The book is published for the benefit of the Hindi-knowing boys who are not acquainted with the Urdu characters I know of certain schools, where Urdu is not taught and the boys, there, remain without a science book It is to remove this long-felt want that the book has been written.

In the end, I pay my special thanks to editors of the Hindi Scientific Dicti[illegible] published under the auspices of the [illegible] r Pracharni Sabha, Benares as the boo[illegible] has been of great use to me

RAWALPINDI :
15th April 1910

RAM LAL KANWA[illegible]

ग्रन्थकार की प्रार्थना

—o—

इस पुस्तक के प्रकाश करने का यह अभिप्राय है कि पदार्थ विद्या के नियम इस प्रकार से वर्णन किये जायें कि छोटे २ बालकों की समझ में सहज आ जायें। हमारा केवल यही अभिप्राय नहीं है कि लड़कों को नई बातें पता लग जायें वरंच हम विशेष करके यह चाहते हैं कि उनके मन में ऐसी इच्छा उत्पन्न हो जावे कि वह सृष्टि को ढूंड भाल की आंख से देखने लग जायें अर्थात् सर्व शक्तिमान और सर्वव्यापक ईश्वर ने सृष्टि को जो शक्तियें और गुण दिये हुए हैं और जो नियम उन से मिले हुए हैं उनको जानने की छात्र को बान हो जाय। निदान इस कारण बहुत सी सहज २ परीक्षायें एक दूसरे के पश्चात् लिखी गई हैं कि उन से और विद्या के बड़े बड़े नियम खुलते चले जायें॥

शिक्षकों को चाहिये कि इन परीक्षाओं को एक दूसरे के पश्चात् अपनी श्रेणी के सामने करके दिखायें। इस से विद्यार्थियों को देखने की इच्छा और बान उत्पन्न हो जायगी। और यह भी कि उन से अच्छे प्रकार से प्रश्न किया करें। इस से एक तो उन की विद्या में लाभ होगा दूसरे यह लग जायगा कि उन्हों ने कितनी नवीन बातें [illegible] और जितनी सीखी है वह ठीक है वा नहीं॥

प्रथम पुस्तक की जो भूमिका की न्दायीं है सब से पाहिले पढ़ना उचित है पश्चात् पदार्थ विद्या के ग्रन्थ पढ़ने चाहियें। परीक्षाओं के लिये जितने उपकरण इत्यादि की आवश्यकता है वह सब मिल सक्ते है॥

सूची पत्र ।

पदार्थ विद्या की प्रथम पुस्तक

१--पदार्थ विद्या की व्याख्या :--

रसायन विद्या की प्रथम पुस्तक में तुम पढ़ चुके हो कि संसार में हमारे चारों ओर किस २ प्रकार के पदार्थ पड़े हुए हैं । रसायनी क्या २ काम करता है किस प्रकार से पदार्थों को तोल २ कर उन का बोझ जान लेता है। किस प्रकार से यह जान लेता है कि कई पदार्थ तो मिश्रित हैं और यदि उनको अलग २ करें तो उन में से कई नये पदार्थ निकल आते हैं और अन्य पदार्थ तत्त्व होते हैं और उन को तोड़ कर या छिन्न भिन्न करके कोई अन्य वस्तु निकालनी सम्भव नहीं । पदार्थ कितने प्रकार के होते हैं और उन की अन्य भांतियों [illegible] वृत्तान्त तुम रसायन विद्या की पुस्तक में पढ़ [illegible]ो परन्तु उन के स्वभाव और अवस्था का वृत्तान्त तुम को अभी विदित नहीं है ॥

तुम देखते हो कि तुम्हारी अवस्था हर समय एक समान नहीं रहती कभी कुछ होती है कभी कुछ। कभी तुम हंसते खुशी करते मुसकराते दिखाई देते हो कभी तुम्हारा मन में कोप भरा हुआ होता है और तुम्हारे माथे पर त्यूढ़ी होती है और आंखों से आंसू टपकते होते हैं कभी मन प्रसन्न होता है और हम इधर उधर खेलना दौड़ना भागना चाहते है। कभी यह अवस्था होती है कि मन बहुत उदास होता है और तुम्हारे मन में बहुत चिन्ता लगी होती है और किसी काम पर जी नहीं लगता। यह तुम्हारे वश में नहीं है और केवल तुम्हारे साथ ही ऐसा नहीं होता। यदि तुम अपने मन में विचारो तो तुम को पता लग जायगा कि संसार में हमारे चारों ओर जितने पदार्थ हैं उन की अवस्था सदा एक जैसी नहीं रहती आज कुछ है और कल कुछ। एक दिन की अवस्था सुनो कि पृथिवी पर देखो या आकाश की ओर ध्यान करो प्रसन्नता और आनन्दमय मंगल की वर्षा हो रही है। सारा संसार

प्रसन्न आल्हादित और खुश प्रतीत पड़ता है।
दूसरे दिन ऐसा प्रतीत होगा कि सारे संसार में
अन्धेरा और उदासी छा रही है। संसार की मूर्ति
भयानक और डरावनी हो रही है बादल गर्ज रहा
है पवन बड़े वेग से झंकार करता हुआ चल रहा
है। नदी और समुद्र आंधी या झक्कड़ वाले और
बातमय हो रहे हैं। इसी प्रकार से इस गोले को उठाकर
देखो जो तुम्हारे सामने निश्चल पड़ा है, शीतल
और भारी प्रतीत पड़ता है। इस को थोड़े समय
के लिये अग्नि में रख कर फिर देखो गोला तो
वही है पर अवस्था सारी बदल गई है क्या तो
शीतल था अब अग्नि की न्याई उष्ण हो गया।
अब इसे हाथ नहीं लगा सक्ते। यदि इच्छा है तो
छू कर देख लो, हाथ जल ही जायगा या यूं लो
गोले को उष्ण न करो उसे तोप में भरकर छोड़ो।
क्या तो धरती पर निश्चल पड़ा हुआ था अब
कैसे बल से सायं २ करता निकलता है। कोई
चीज सामने आजाए तो क्षण में छिन्न भिन्न करके

उड़ा देता है इस में सिद्ध होता है कि ठंडे और उष्ण गोले में बड़ा भेद है और स्थिर और अस्थिर गोले में भी रात दिन का अन्तर है ॥

जब हम किसी को रोते हुए या उदास देखते है तो पूछा करते हैं कि इसे क्या हुआ? क्यो रोता है? किस कारण उदास है? और सदा उसका कुछ न कुछ कारण निकला करता है या जब हम किसी को देखते हैं कि उसका चित्त उदास है मन चिन्तामय है और प्रसन्न नहीं और उसका हृदय काम करने की इच्छा नही करता तो भी हम पूछ लिया करते हैं कि मित्र! आप का क्या हाल है? आप प्रसन्न तो हैं? पूछने पर उसका भी कुछ न कुछ कारण मिल जाया करता है। इसी प्रकार स्मरण रक्खो कि मिट्टी पत्थर इत्यादि जड़ पदार्थों की अवस्था और स्वभाव को भी जब बदला हुआ पाते हैं तो पूछा करते हैं कि इस का क्या कारण है? और निस्सन्देह उस का भी कुछ न कुछ कारण मिल जाता है । इस

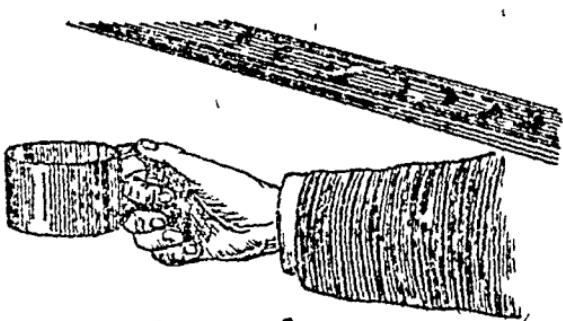
पुस्तक में इन बातों की खोज का वर्णन है। तुम को उचित है कि इस ढूंड और खोज से जो २ सिद्धान्त स्थिर होते हैं उन पर अच्छी प्रकार से ध्यान दो। रसायन विद्या की पुस्तक में तुम पढ़ चुके हो कि प्रकृति अथवा सृष्टि के पदार्थों की इस प्रकार खोज करने को परीक्षा कहते हैं॥

२ संचलन* की व्याख्या—प्रथम तुम को यह अच्छे प्रकार जान लेना चाहिये कि संचलन किसे कहते हैं? एक स्थान से दूसरे स्थान पर गमन करने का नाम संचलन है। तुम में से कईयों ने सुना होगा कि यह ठोस पृथिवी जिस पर हम सब रहते हैं और जो निश्चल प्रतीत पड़ती है निस्सन्देह सूर्य्य के गिरद शीघ्र २ घूम रही है परन्तु हम और सारे पदार्थ जो पृथिवी पर स्थित हैं वह भी उसके साथ २ फिरते हैं इस लिये न हम को उस की

*—इसको न्याय शास्त्र में क्रिया कहते हैं॥

गति प्रतीत होती है और न संसार के किसी कार्य में भेद पड़ता है। प्रत्येक पदार्थ उसी प्रकार से रहता है जिस प्रकार से उस ने पृथिवी के स्थिर होने पर होना था परन्तु इस स्थान पर हम पृथिवी के संचलन का कुछ ध्यान न रक्खेंगे तुम अभी यही समझ लो कि पृथिवी निस्सन्देह स्थिर है। यदि हम कहीं बैठे हुए हैं तो यह कहना चाहिये कि स्थिर है और यदि चल रहे हैं तो अस्थिर हैं परन्तु केवल इस बात के जानने से कि हम चल रहे हैं हम को संचलन का पूरा २ हाल विदित न होगा अथवा यह जानना आवश्यक है कि हम किस दिशा को जा रहे हैं और किस चाल से चल रहे हैं। दिशा का जानना तो कुछ बात नहीं तथापि यह स्पष्ट रूप से समझ लेना चाहिये कि गति से क्या अभिप्राय है। यह इस रीति से अच्छे प्रकार से समझ में आ सक्ता है। अनुमान करो कि तुम घर से निकल कर दो तीन घंटे तक निरन्तर एक ही चाल से किसी सीधी सड़क पर चले जाओ और

यह देखो कि तुम एक घंटे में चार मील और दो घंटे में आठ मील चले तो बस तुम्हारी गति चार मील प्रति घंटा हुई ॥

परन्तु यह तब ही कह सक्ते हैं जब गति एक जैसी हो। और यदि एक जैसी न हो तो उसे क्योंकर वर्णन कर सक्ते हैं। अनुमान करो कि एक रेल गाड़ी चालीस मील प्रति घंटा चल रही है परन्तु जब स्टेशन निकट आ जाता है तो उस की गति घट जाती है। अब प्रति क्षण जब स्टेशन निकट आता जाता है रेल गाड़ी की गति घटती जाती है यहां तक कि स्टेशन पर पहुंचकर वह सर्वथा थम जाती है। भला अब उस की गति का जांचना जब कि वह निरन्तर बदलती जाती है क्योंकर हो सक्ता है ? या हमारे इस कहने से क्या अभिप्राय है कि हलकी पड़ने से पहले वह ४० मील प्रति घंटा चल रही थी ? इस से केवल हमारा यह अभिप्राय है कि यदि गाड़ी की फुर्ती हलकी न पड़ती और वह

घंटे भर तक निरन्तर उसी चाल से चली जाती जो चाल हलकी पड़ने से पहिले थी तो चालीस मील चल जाती ॥

चाल को कई प्रकार से वर्णन किया करते हैं किसी समय तो यह कहा करते हैं कि उस पदार्थ की चाल हर घंटे में इतने मील है परन्तु कभी २ घंटे और मील के स्थान में यह कहना बहुत अच्छा होगा कि उस पदार्थ की चाल हर सैकण्ड में इतने फुट है यथा यदि हम किसी कूप पर खड़े होकर उस में पत्थर डालें तो उस समय यही कहेंगे कि वह पत्थर हाथ से छूट कर प्रथम सैकण्ड में सोलह फुट नीचे गया। यह तो तुम को पता ही होगा कि साठ सैकण्ड का एक मिंट और साठ मिंट का एक घंटा होता है। इस पुस्तक में जहां चाल का वर्णन आयेगा हम प्रायः सैकण्ड और फुट को ही बरतेंगे यथा हम कहेंगे कि उस पदाथ की चाल दस या वीस या तीस फुट प्रति सैकण्ड है ॥

३-शक्ति का वर्णन–तुम जानते हो कि वह क्या वस्तु है जो अस्थिर पदार्थ को स्थिर और स्थिर पदार्थ अस्थिर कर देती है। वह शक्ति है। शक्ति ही किसी वस्तु को अस्थिर करती है और शक्ति ही फिर उसको ठहरा भी देती है हां अस्थिर पदार्थ को ठहराने के लिये शक्ति उलटी ओर से लगाई जाती है। जिस पदार्थ के संचालन के लिये बड़ी शक्ति की आवश्यकता होती है। उस को ठहराने क लिये भी बड़ी शक्ति की आवश्यकता होती है। देखो गेंद को केवल हाथ की शक्ति से किसी दिशा में फेंक सक्ते हैं आर जब वह उड़ा चला जाता है तो हाथ की ही शक्ति से रोक भी सक्ते हैं परन्तु कोई बड़ा भारी पदार्थ यथा रेल गाड़ी हो तो जैसे उसको चलाने के लिये बड़ी शक्ति की आवश्यकता है वैसे ही थामने के लिये भी बड़ी शक्ति की आवश्यकता है। अभिप्राय यह है कि जिस पदाथ को सहज में चला सक्ते हैं उस

को सुगमता से ठहरा भी सक्ते हैं और जिस का संचालन करना कठिन है उसका स्थिर करना भी दुष्कर है। अब तुम अच्छी तरह समझ गये होगे कि शक्ति का काम यही नहीं है कि स्थिर पदार्थ को अस्थिर कर दे परन्तु यह भी है कि अस्थिर पदार्थ को स्थिर कर दे। संक्षेप से यह कहना चाहिये कि शक्ति उसे कहते हैं जो किसी पदार्थ की अवस्था को बदल देवे चाहे वह अवस्था स्थिरता की हो या अस्थिरता की। आओ हम इस बात को तुम्हें परीक्षा करके दिखायें॥

परीक्षा १—एक टीन का प्याला लेकर उस में कुछ मटर के दाने डालो। फिर प्याले को दायें

प्रथम चित्र

हाथ में पकड़कर हाथ को तत्क्षण ऊंचा करो यहां तक कि लकड़ी जो तुम्हारे हाथ से कुछ ऊपर दृढ़ता से लगी हुई है उस से तुम्हारा हाथ रुक कर ठहर जाये। यदि लकड़ी न हो तो दूसरे हाथ को कुबड़ा करके उस से भी लकड़ी का काम ले सक्ते हैं ॥

इस परीक्षा से यह प्रतीत हुआ कि तुम ने प्याले को मटर के दानों समेत तत्क्षण ऊंचा किया और वह अकस्मात् रुक गया अर्थात् प्रथम तो तुम ने अपने हाथ की शक्ति से प्याले को ऊपर की ओर हिलाया और प्याले में जो मटर के दाने थे वह उसके साथ २ ऊपर की ओर चले गये क्योंकि यह कब होसक्ता है कि प्याला तो ऊपर की ओर उठे और उसके अन्दर के दाने नीचे ही रह जायें। फिर जब तुम्हारा हाथ प्याले को पकड़े शीघ्रता से ऊपर की ओर उठा जाता था अकस्मात् लकड़ी से टकराया और रुक कर ठहर गया अर्थात् लकड़ी के बल से तुम्हारा हाथ रुक गया और तुम्हारे हाथ की शक्ति ने उस प्याले को ठहराया

जिसे तुम अच्छे प्रकार बल से पकड़े हुए थे परन्तु इस ठहराने वाली शक्ति ने मटर के दानों पर कुछ प्रभाव नहीं किया क्योंकि दाने प्याले में कुछ चिपके हुए न थे। बिना लगने के खुले पड़े थे। इसलिये प्याला यद्यपि ठहर गया परन्तु दाने ऊपर को ही चले जाते हैं और कुछ उन में से प्याले के किनारों से बाहिर निकल कर पृथिवी पर गिर पड़े ॥

परीक्षा २—पहिले मटर के दाने तो बिखर चुके अब उस प्याले में थोड़े से और दाने डालो परन्तु पहिले तो तुम ने प्याले को तत्क्षण बल से ऊपर की ओर उठाया था अब उसे जितनी शीघ्रता से हो सके तत्क्षण नीचे की ओर ले जाओ। इस दशा में प्याला तुम्हारे हाथ की शक्ति से नीचे की ओर उतरेगा परन्तु उस शक्ति का प्रभाव दानों पर कुछ भी न होगा क्योंकि वह प्याले में जमे हुए नहीं हैं परन्तु पृथक् खुले पड़े हैं। इस लिये जब

तुम अपने हाथ की शक्ति से प्याले को शीघ्रता से नीचे की ओर लाओगे तो मटर के दाने उसके साथ २ नीचे की ओर नहीं आसक्के परन्तु पीछे रह जायेंगे और निदान सब के सब पृथिवी पर गिर कर बिखर जायेंगे ॥

यह दोनों परीक्षायें तो कीं परन्तु अब किञ्चित् ध्यान से सोचो कि इन से क्या सिद्ध हुआ । पहली परीक्षा से तो यह सिद्ध हुआ कि जब तुम प्याले के दानों को एक वार ऊपर की ओर हिला चुके तो पियाले के थमने पर भी दाने ऊपर ही को चढ़ते चले गये क्योंकि लकड़ी की शक्ति जिस ने हाथ को और हाथ के द्वारा पियाले को रोक दिया उसने दानों पर कुछ प्रभाव नहीं किया उन में ऊपर की ओर जाने की जो गति उत्पन्न होगई थी उसको रोकने के लिये एक पृथक् बल की आवश्यकता थी और यह बल उन पर लकड़ी के द्वारा न पहुंच सक्ता था क्योंकि वह प्याले में जमे हुए

न थे इसलिये बिना रोक के ऊपर की ओर चढ़े चले गये । अन्त में गुरुताकर्षण या पृथिवी की खेंचने वाली शक्ति उनको नीचे की ओर खेंच लाई और वह पृथिवी पर आ पड़ सो प्रतीत हुआ कि जब कोई पदार्थ गति की दशा में होता है उसको ठहराने के लिये भी शक्ति की आवश्यकता होती है ॥

दूसरी परीक्षा में तुम ने प्याले को नीचे की ओर गति दी परन्तु तुम्हारे हाथ के बल ने जिस से प्याले में यह गति उत्पन्न हुई प्याले के दानों पर कुछ प्रभाव नहीं किया । क्यों ? इस लिये कि वह प्याले में खुले पड़े थे कुछ चिपके हुए नहीं थे इस लिये उन्हों ने प्याले के साथ गति नहीं की । वह तो नीचे उतरा और यह वहीं के वहीं रह गये परन्तु गुरुताकर्षण शक्ति उनको उधर कब रहने देती थी । उसने अपनी ओर खेच लिया और वह पृथिवी पर आन पड़े । इस से प्रतीत हुआ कि जो

पदार्थ स्थिर है उसको अस्थिर करने के लिये शक्ति की आवश्यकता है ॥

निदान इन परीक्षाओं से सिद्ध हुआ कि शक्ति दो काम कर सक्ती है एक तो स्थिर पदार्थ को अस्थिर कर सक्ती है दूसरा अस्थिर पदार्थ को स्थिर कर सक्ती है ॥

शक्ति का स्वभाव तो यही है परन्तु कभी २ ऐसा भी होता है कि शक्ति उपस्थित तो होती है पर उसका प्रभाव प्रतीत नहीं पड़ता इसका कारण क्या होता है ? कारण यह हुआ करता है कि संमुख से उसके तुल्य की एक और शक्ति काम करती है इस से उस शक्ति का प्रभाव प्रतीत नहीं होने पाता । यथा देखो हमारे हाथ में यह लोहे का गोला है भला पृथिवी की शक्ति अर्थात् आकर्षण उसको अपनी ओर क्यों नहीं खैंच लेती ? यद्यपि उसका काम निरन्तर हो रहा है । हां उसका काम तो निरन्तर हो रहा है परन्तु हमारे हाथ की शक्ति

उसके संमुख प्रभाव कर रही है और गोले को पृथिवी की ओर जाने स रोकती है यदि हम अपनी अंगुलियों को खोल देवें तो तत्काल पृथिवी का आकर्षण उसे अपनी ओर खेंच लेगा परन्तु जब तक हम अपना हाथ गोले के नीचे से न हटा लें पृथिवी का आकर्षण उसे अपनी ओर नहीं खेंच सक्ता सो सिद्ध हुआ कि पृथिवी का आकर्षण यद्यपि निरन्तर काम कर रहा है परन्तु फिर भी उसका कुछ प्रभाव नहीं होता और हमारे हाथ की प्रतिकूलता के कारण गोला पृथिवी पर नहीं गिर पड़ता। एक और उदाहरण लो। अनुमान करो वही गोला एक मेज़ पर धरा है यदि मेज़ हटा लो तो स्पष्ट है गोला पृथिवी पर गिर पड़ेगा यदि पृथिवी के आकर्षण का प्रभाव मेज की शक्ति के कारण प्रतीत नहीं होने पाता या इस प्रकार कहिये कि मेज उस शक्ति की प्रतिबन्धक है। गोला पृथिवी की ओर जाने के लिये मेज पर बल तो डालता है परन्तु मेज़ उसके बल के प्रतिकूल काम

करती है और उस को गिरने नहीं देती । इस अवस्था में दो शक्तियां एक दूसरे का विरोध वा व्याघात कर रही हैं एक ओर तो गोले का बोझ है और दूसरी ओर मेज की संमुख शक्ति ॥

इस सारे बादविवाद से यह निर्णय निकला कि शक्ति उसे कहते हैं जो किसी पदार्थ की स्थिर वा अस्थिर अवस्था को बदल देती है परन्तु प्रायः ऐसे होता है कि उस के तुल्य की कोई और शक्ति संमुख से उस शक्ति का विरोध करती है और उस का प्रभाव नहीं होने देती इस लिये वह कुछ नहीं कर सक्ती और उस से कोई फल उत्पन्न नहीं होता ॥

सृष्टि की बडी २ शक्तियों का वर्णन ।

४—गुरुताकर्षण की व्याख्या—यह तो हम तुम्हें बता चुके कि शक्ति से क्या अभिप्राय है अब आओ किञ्चित् देखें कि संसार में कौन सी बड़ी २ शक्तियां

से हमें काम पड़ता है। वह क्या २ काम करती हैं और उनमें क्या २ गुण है। सृष्टि की शक्तियों में से पृथिवी का अकर्षण अथवा गुरुत्ताकर्षण सब से अधिक स्पष्ट है। यदि किसी भारी वस्तु को हाथ में से छोड़ दें तो तुम सब जानते हो कि वह कहां जायगी। न आकाश की ओर जायगी न दायें बायें ओर जायगी वरंच पृथिवी पर गिर पड़ेगी। इस गिरने को हम यह कहा करते हैं कि नीचे गिर पड़ी परन्तु इस स्थान पर यह बात तुम्हें समझनी और स्मरण रखनी चाहिये कि नीचे और ऊपर यह दोनों शब्द पृथिवी की उस शक्ति ही के प्रभाव के अधीन हैं और यदि पृथिवी में यह शक्ति न होती तो इस प्रकार के शब्द भी न होते। "ऊपर" से उस कठिन गति का अभिप्राय है जो पृथिवी की इस शक्ति के विरुद्ध होता है और "नीचे" से उस सुगम गति का प्रयोजन है जो इस शक्ति की सहायता से होती है। सब जानते हैं कि पहाड़ पर चढ़ना तो कठिन है परन्तु उतरना बहुत सहज है॥

जब हम यह कहते हैं कि पृथिवी हर पदार्थ को अपनी ओर खेंचती है तो इस से यह न समझना चाहिये कि जो पदार्थ हमारे चारों ओर उपस्थित हैं सब के सब या इसके लगभग सब पृथिवी की ओर खिचे जा रहे हैं दूर क्यों जाते हो हम तुम ही पृथिवी की ओर इस प्रकार कब खिचे जा रहे हैं और किस की यह इच्छा है कि ऐसी भयानक अवस्था में जकड़ें जायें। अच्छा फिर क्या कारण है कि यद्यापि पृथिवी हमें खेंचती है परन्तु हम उस की ओर खिचे नहीं चले जाते? कारण यह है कि हम छत पर खड़े हैं। यदि छत न होती तो निस्सन्देह हम खिचते २ पृथिवी पर आ पड़ते और छत भी जब ही हमारा बोझ सहार सक्ती है कि दृढ़ बनी हो नहीं तो टूट जायगी और हम गिर पड़ेंगे। निदान तुम ने सुना होगा कि कभी २ कोठे की छत पुरुषों की अधिकताई से बोझ के कारण टूट गई लोग पृथिवी पर गिर पड़े कइयों की जानें गईं और बहुत पुरुषों के चोटें लगीं॥

इस से सिद्ध हुआ कि यद्यपि पृथिवी हर वस्तु को अपनी ओर खेंचती है तथापि प्रायः हमारे आसपास के पदार्थ पृथिवी की ओर खिचे नहीं चले जाते। इस का कारण यह है कि दूसरे पदार्थ उन को संभाले हुए हैं और उन के बोझ को सहार रहे हैं स्मरण रक्खो कि पदार्थों में जो बोझ होता है वह पृथिवी ही के आकर्षण के कारण होता है। पृथिवी की इस शक्ति का नाम गुरुता कर्षण है॥

५—प्रतिबंधक वा संयमक बल की व्याख्या—

जिस शक्ति के द्वारा कि पृथिवी हर एक वस्तु को आकर्षण करती है उस के विना और भी शक्तियें हैं। एक रस्सी का टुकड़ा या लोहे की तार लेकर तोड़ कर देखो किस कठिनता से टूटती है क्यों ? इस लिये कि उस में एक ऐसी शक्ति है जो तुम्हारे बल का विरोध कर रही है जब तक तुम्हारा बल उस शक्ति को वश में नहीं कर लेता वह नहीं टूटती वास्तव में यह है कि रस्सी और तार के अवयव

एक शक्ति के द्वारा आपस में जुड़े हुए हैं और जब हम उन को तोड़कर कणिकों को अलग करना चाहते हैं तो वही शक्ति हमारे बल का विरोध करती है। केवल रस्सी और तार पर ही यह बात परिमित नहीं है वरंच हर एक दृढ़ वस्तु यथा लकड़ी, पत्थर, लोहे, तांबे आदि के कणिक उसी शक्ति से आपस में जकड़े हुए हैं यथा प्रायः पदार्थों के कणिक ऐसे जकड़े हुए होते हैं कि उनका तोड़ना, मोड़ना, पीसना, रूप या डील डौल या पसार को बदलना अति कठिन होता है। यह बल जिस से किसी पदार्थ के अवयव आपस में जकड़े रहते हैं प्रतिबंधक या संयमक बल कहलाता है ॥

अब तुम्हारी समझ में आ गया होगा कि गुरुताकर्षण और प्रतिबंधक बल में क्या भेद है। गुरुताकर्षण वह शक्ति है जिस से पृथिवी हर पदार्थ को अपनी ओर खैंचती है। इस शक्ति का प्रभाव दूर तक होता है यथा चांद जो दो लाख चालीस

हज़ार मील दूर है उस को भी पृथिवी अपनी ओर खैंचती है। और प्रतिबंधक बल वह शक्ति है जिस के द्वारा पदार्थों के काणिक या परमाणु आपस में जकड़े रहते हैं परन्तु गुरुताकर्षण के सदृश उसका प्रभाव दूर तक नहीं होता। यह शक्ति केवल उस अवस्था में प्रभाव करती है जब परमाणु एक दूसरे के बहुत ही निकट होते हैं। यही कारण है कि जब कोई वस्तु टूट फूट जाती है या पीस कर चूरा हो जाती है तो फिर उसके काणिक या परमाणु सहज में नहीं जुड़ सक्ते॥

रासायनिक आकर्षण की व्याख्या—इन दोनों शक्तियों के बिना एक और भी शक्ति है जिस का नाम रसायनिक आकर्षण या रसायनिक सम्बन्ध है। रसायन विद्या की पुस्तक के चतुर्थ अंश में तुम पढ़ चुके हो कि जब कार्बन अथवा कोइला और औक्सीजन गैस रसायन की रीति से मिलते है तो कारबानिक एसिड गास बन जाती है। इस सम्बन्ध

के लिये कारबन ओर औकसीजन एक शक्ति के प्रभाव से एक दूसरे को अपनी २ ओर इस प्रकार से खेंचते हैं जैसे पृथिवी पत्थर को अपनी ओर खेंचती है। इस शक्ति के प्रभाव से वह दोनों आपस में झट मिल जाते हैं और एक ऐसी वस्तु उत्पन्न हो जाती है जो कि गुणों में दोनों से सर्वथा विपरीत होती हैं इस शक्ति को हम रासायनिक आकर्षण कहते हैं और इस का यह स्वभाव है कि केवल विपरीत पदार्थों पर ही प्रभाव करती है। क्योंकि रसायन में केवल वही पदार्थ आपस में मिलते और मिल कर एक हो जाते हैं जो विपरीत भांति के अर्थात् विजातीय होते हैं॥

७ इन तीनों शक्तियों के गुण--सृष्टि की इन बड़ी २ शक्तियों का किञ्चित् वृत्तान्त तो तुम ने सुन लिया अब यह देखना चाहिये कि वह क्या २ काम देती है और इनके होने का अभिप्राय ही क्या है। सत्य तो यह है कि यदि सर्वशक्तिमान

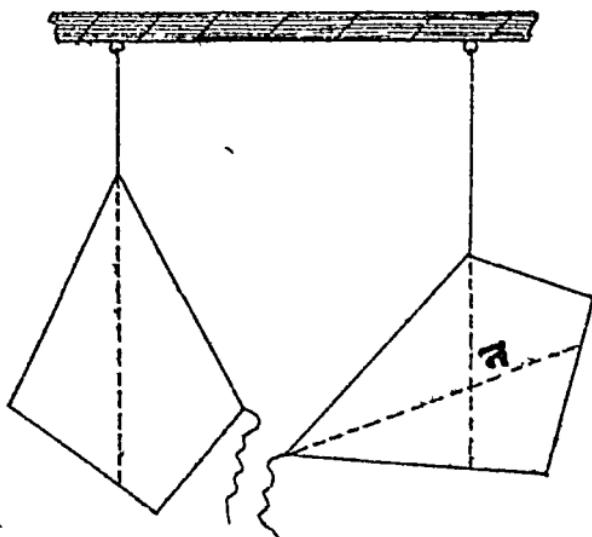
सर्वस्वामि परमेश्वर यह शक्तियें संसार में उत्पन्न न करता तो हमारा काम कदापि न चलता । मान लो कि पृथिवी में आकर्षण न होता और वह वस्तुओं को अपनी ओर न खेंचती तो अनेक बुराईयां उत्पन्न होतीं ॥

इस में सन्देह नहीं कि जब हम किसी पर्वत की चढ़ाई पर चढ़ते हैं तो कभी २ यह संकल्प हुआ करता है कि यदि इस पर चढ़ना भी ऐसा ही सहज होता जैसा कि उतरना था तो क्या अच्छा होता । परन्तु यदि किञ्चित् ध्यान से मन में सोचो तो देखोगे कि यदि हमारी यह इच्छा पूरी हो जाती और पृथिवी में आकर्षण न होती तो क्या कुछ विपत्ति पड़ती । क्योंकि पृथिवी में आकर्षण न होता तो भार और बोझ भी न होता । हां निःसंदेह पर्वत पर तो हम सहज में चढ़ जाते परन्तु यदि ऊपर को उछल पड़ते तो वहीं के वहीं आकाश में रह जाते और कदाचित् फिर यह संसार देखना

हमारे प्रारब्ध में न होता। और घर की वस्तुओं की यह दशा होती कि कुछ तो पृथिवी पर पड़ी रहतीं कुछ छत से लगी रहतीं कुछ वायु में उड़ती फिरतीं और हमारे लिये पृथिवी पर चलना अथवा छत की कड़ियों से लगे २ फिरना एक तुल्य होता॥

क्योंकि चांद और पृथिवी में कोई आकर्षण न रहता चांद पृथिवी को छोड़कर कहीं का कहीं चला जाता। इसी प्रकार से जब सूर्य और पृथिवी में कोई सम्बन्ध न रहता तो पृथिवी सूर्य से अलग होकर ईश्वर जाने कहां की कहां दूसरे ग्रहों में चली जाती॥

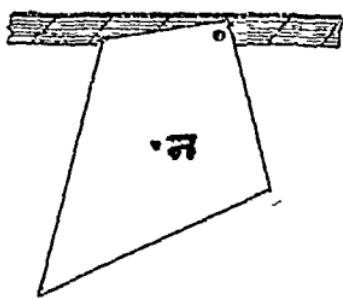
गुरुताकर्षण के न होने से जो हानियां उत्पन्न होती हैं वह तो तुम सुन चुके अब यह देखो कि भला प्रतिबन्धक बल या संयमक शक्ति न होती तो क्या होता? संयमक शक्ति के न होने से ठोस पदार्थों के कणिक आपस में जकड़े न रहते वरंच अलग २ ही बिखरे रहते और हर एक वस्तु रेत

की न्यायीं होती। घर में न पलंग पीढ़ा होता न चटाई न पटरी और न बर्तन न भांडा अधिक क्या! प्रथमतर घर ही न होते। ईंटें किस प्रकार से बनती। भीत कैसे खड़ी होती। कड़ियां कहां से आतीं। इन सब बातों को तो छोड़िये हम और तुम ही काहे को होते। निदान संसार क्या होता सर्वथा धूर, मिट्टी की एक ढ़ेर होता॥

अच्छा अब यदि रासायनिक आकर्षण न होता तो क्या होता। प्रथम तो अग्नि ही न जलती क्योंकि लकड़ी या कोइले की कारबन को वायु की औक्सीजन के साथ मिलने की कुछ भावना न होती। दूसरे जितने तत्व अथवा मूल द्रव्य हैं वह पृथक् २ रहते न मिलते और न कोई यौगिक वस्तु बनती। संसार में कोई ७९ के लग भग मूल द्रव्य हैं अधिक तो धातु है और कुछ गैसें, सो संसार की सारी उत्पत्ति यही होती और धूल का नाम भी न होता। इनके मिलने से जो लाखों प्रकार के

यौगिक पदार्थ बन गये हैं वह कहां होते ? और हमारे शरीर भी यौगिक हैं इस कारण हम आप ही न होते। यदि अब भी रसायनिक आकर्षण नष्ट हो जाय तो हमारे शरीरों का एक अंश तो निकल कर वायु में जा मिले शेष खण्ड जिस में किञ्चित कारबन, थोड़ी फास्फोरस और एक दो धातें होती हैं पृथिवी पर गिर पड़े। इस रीति से हम सब का अन्त होजाय॥

"गुरुताकर्षण" किस प्रकार से क्रिया करता है!

८ गुरुत्व केन्द्र—परीक्षा ३—आओ अब देखें "गुरुताकर्षण" किस प्रकार की शक्ति है। इस आशय के लिये हम लोहे की चादर के इस कुरूप और बेडौल खण्ड (टुकड़े) को एक कोने में डोरा या धागा बांध कर लटकाते हैं। देखो वह एक

विशेष रीति पर लटक रहा है और डोरा और श्वेत रेखा जो चादर के खण्ड पर खिची हुई है

दूसरा चित्र

एक ही सीध में हैं। फिर इस चादर के खण्ड को एक और कोने पर से बांध कर लटकाते हैं। फिर डोरा और चादर की दूसरी श्वेत रेखा एक ही सीध में दिखाई देती हैं। यह दोनों श्वेत रेखायें एक दूसरे को एक चिन्ह "न" पर काटती हैं अब इस खण्ड को एक तीसरे कोने से बांध कर लटकाते

हैं फिर डोरा और एक और श्वेत रेखा दोनों एक ही सीध में हैं। देखो यह श्वेत रेखा भी पहले दोनों रेखाओं को उसी अंक "न" पर काटती है। सत्य यह है कि यदि चादर के इस खण्ड को पचास भिन्न स्थानों से डोरा बांध २ कर लटकायें और डोरे की सीध में रेखा खेंचते जायें तो यह पचासों रेखा उसी अंक "न" पर होकर गुज़रेंगी। अथवा यह अंक हर अवस्था में उस स्थान के ठीक नीचे होगा जिस स्थान से चादर लटकी हुई है। यदि तुम चादर के खण्ड को इधर उधर हटा दोगे तो फिर वहीं आजायगा। तुम जानते हो इस अंक 'न' का क्या अभिप्राय है। और इस की क्या विशेषता है? अंक "न" पर एक डोरा बांध कर चादर के खंड को लटकाते हैं। देखो चादर सब ओर से इस प्रकार से तुली हुई है जैसे उस का सारा बोझ अंक न पर एकत्र हुआ २ है। इस अंक को उस चादर का गुरुत्व केन्द्र कहते हैं। यदि हम इस चादर के खण्ड को डोरा बांधकर लटकायें और

उसे विना हिलाने के लटकने दें तो वह एक ऐसे स्थान पर आकर ठहरेगा कि उसका गुरुत्वकेन्द्र जहां तक हो सकेगा नीचे होगा । यदि उस को डोरा बांध कर लटकाने के बदले में अलग एक कील पर लटका दें तो भी अंक "न" जहां तक सम्भव हो सकेगा नीचे रहना चाहेगा और वह इस प्रकार से नहीं लटकता रहेगा जैसा कि तीसरे चित्र में

तीसरा चित्र

दिखाया गया है परन्तु अंक न कील के ठीक नीचे होगा ॥

तुला अर्थात् तराजू का वर्णन—लोहे के टुकड़े की कुछ विशेषता नहीं। हर पदार्थ में उसी प्रकार का एक स्थान है जो उसका गुरुत्व केन्द्र कहलाता है। तुला जिस का चित्र परीक्षा १८ में बना हुआ है उस में भी और पदार्थों के सदृश एक ऐसा ही अंक 'न' उस का गुरुत्व केन्द्र है और यह तुला का चिन्ह 'न' भी चादर के चिन्ह 'न' के सदृश जहां तक सम्भव हो नीचे रहना चाहता है। जब तुला के दोनों पलड़ों में एक समान बोझ होता है तो तुला का चिन्ह 'न' उस के सहारे के स्थान के ठीक नीचे होता है और इसी कारण से तुला को हिलाकर यदि उसे किसी ओर हटा दें तो वह हिल जुल कर अपने पहिले ही स्थान पर आजायगा। निदान! यदि दोनों पलड़ों में समान बोझ होगा तो पूर्वोक्त चिन्ह उस स्थान पर रहेगा और तुला की सूई ठीक बीचों बीच खड़ी रहेगी। इसलिये जब हम तुला के द्वारा कोई वस्तु तोलना चाहते हैं तो एक पलड़े में उस चीज़ को रखते हैं और दूसरे

पलड़े में वट्टे और फिर सूई को देखते हैं । यदि वीचों वीच होती है तो निश्चय हो जाता है कि वह वस्तु उस वट के समान है यदि वस्तु की ओर तुला झुक जाती है तो जान लेते हैं कि वस्तु का बोझ वट से अधिक है और वट की ओर तुला झुक जाती है तो स्पष्ट है कि वट उस वस्तु से भारा है ॥

परीक्षा ४—आओ इस धातु के खण्ड को तोलें देखो एक पलड़े में तो धातु के खंड को रखता हूं दूसरे में १५० गरेन का वट । देखो धातु के खंड वाला पलड़ा झुक गया । भला इस से क्या सिद्ध हुआ ? यह प्रतीत हुआ कि धातु का खण्ड १५० गरेन से अधिक है अच्छा अब इस को निकाल कर २५०गरेन का वट रखता हूं अब वट वाला पलड़ा झुक गया । इस से स्पष्ट है कि वट धातु के खण्ड से अधिक भारी है । प्रतीत हो गया कि धातु के खण्ड का बोझ १५० अथवा २५० गरेन के वीचों बीच है भला अब की बार २०० गरेन का वट रखकर तो देखें । अब सूई ठीक वीचों वीच है और डण्डी

सीधी ब्रह्माण्ड सन्धि के समानान्तर । सो सिद्ध हुआ कि धातु का खण्ड पूरा २०० गरेन का है ॥

द्रव्य की तीन दशाओं का वर्णन ।

१०—यह बात तो तुमको विदित हो चुकी है कि सृष्टि की शक्तियों के बिना हमारा काम नहीं चल सकता ॥

यदि गुरुता कर्षण न होता तो संसार ही न होता और यदि प्रति बंधक बल न होता तो कुछ भी न होता केवल धूर ही धूर होती। अब यह सुनो कि यदि हर पदार्थ में प्रतिबंधक बल इस से अधिक होता तो भी ऐसी ही बुराइयां उत्पन्न होतीं न तो जल जैसे द्रुत अथवा द्रव पदार्थ होते और न वायु जैसी गैसें ॥

कई पदार्थों में प्रति बंधक बल अधिकतर होता है कइयों में बहुत अल्प और कइयों में होता ही नहीं। देखो लोहे के दंड के अवयव ऐसे जकड़े हु

होते हैं कि उन को अलग करना अति कठिन है। कारण यह कि उस में प्रति बंधक बल बहुत अधिक होता है। पानी और पारे के कणिक छूने से ही अलग हो जाते हैं। क्योंकि उन में प्रति बंधक बल बहुत ही कम होता है पर होता निस्सन्देह है और यह बात इन परीक्षाओं से सिद्ध हो जायगी॥

परीक्षा ५—थोड़ा सा पारा लेकर शीशे के एक स्वच्छ और निर्मल टुकड़े पर रक्खो। अब यदि पारे को किसी वस्तु से दबाओगे तो उसके छोटे २ कण बनकर बिखर जायेंगे। इस से सिद्ध होता है कि पारे के कणिक आपस में चिपटे रहते हैं क्योंकि यदि पारे के इन कणों पर एक ओर शीशे का टुकड़ा रख कर दबाओगे तो वह दब कर चपटे हो जायेंगे और जब उस शीशे के टुकड़े को ऊपर से हटा लोगे तो कण फिर वैसे ही गोल २ बन जायेंगे॥

परीक्षा ६—किसी चिकणी वस्तु पर तेल अथवा चरवी मिलाकर पानी की दो चार बूंदें डालो।

यह भी पारे की बूंदों की न्यायीं गोल गोल हो जायेंगी। इस से प्रतीत होता है कि पानी के कणिक भी आपस में चिपटे रहते हैं ॥

इसके विपरीत गैसों जैसे वायु के कणिक जिस में हम सांस लेते हैं आपस में चिपटे नहीं रहते वरंच एक दूसरे से अलग होना चाहते हैं। सत्य तो यह है कि यदि कोई शक्ति उन्हें दबाये न रक्खे तो वह पृथक् २ होजायें ॥

सो इस वादानुवाद से प्रतीत हो गया कि भौतिक द्रव्य की तीन अलग २ अवस्थायें होती हैं ठोस, द्रुत और गैस और इन तीनों दशाओं में भिन्न २ गुण होते हैं ॥

ठोस वस्तुओं की व्याख्या—जो पदार्थ लोहे या लकड़ी के टुकड़े की न्यायीं ठोस होते हैं यदि उनके आकार या आयतन को बदलना चाहें तो वे प्रतिकूलता (व्याघात या विरोध) करते हैं और अपने आयतन अथवा आकार में भेद नहीं आने

देते जब तक कि बड़े बल से उन्हें तोड़ फोड़ न डालें ॥

द्रुत पदार्थों की व्याख्या–जो पदार्थ पानी की न्यायीं बहने वाला होता है जब उसको बोतल या किसी और बर्तन में डालते है तो फैल जाता है और उसका उपरितल (सतह) एक समान होजाता है इस रीति से यदि उसका आकार तो बदल जाता है परन्तु उसके आयतन में कुछ भेद नहीं पड़ता। यह कदापि नहीं होसक्ता कि तुम बोतल भर पानी को आधी बोतल में समा दो। अपने आकार की तो उसे कुछ भावना नहीं जिस आकार के बर्तन में भर दोगे उसी में आ जायगा परन्तु अपने आयतन को कभी न छोड़ेगा ॥

गैसों की व्याख्या–गैस का उपरितल (सतह) पानी की न्यायीं एक समान नहीं होता। यदि थोड़ी सी गैस भी किसी खाली बर्तन में भरें। तो वह फैल कर सारे बर्तन में भर जायगी। दूसरी

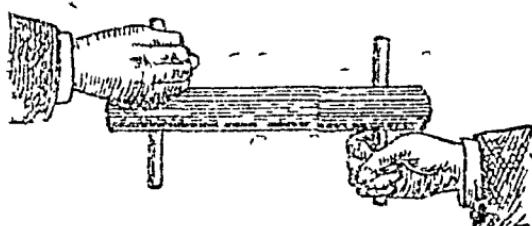
बात यह है कि पानी तो जितना होता है उतने ही बर्तन में आता है छोटे में नहीं समाता गैस का यह स्वभाव नहीं है किन्तु जो गैस एक बोतल में भरी हुई है उसको दबाकर आधी में भर सक्ते हैं और यदि अधिक बल से दबायें तो उस से भी छोटे बर्तन में भर देना सम्भव है। द्रुत पदार्थों को दबा कर छोटे बर्तन में नहीं भर सक्ते॥

ठोस पदार्थों के गुण।

चौथा चित्र

ठोस पदार्थों की बड़ी पहचान यह है कि प्रथम तो यदि उनका आयतन न्यूनाधिक करना चाहें तो वह विरोध और प्रतिकूलता करते हैं और फिर

उनके आकार को भी बदल नहीं सक्ते । यह बातें आगे की परीक्षा से अच्छे प्रकार से तुम्हारी समझ में आ जायेंगी ॥

परीक्षा ७—चौथे चित्र में चार पदार्थों के चित्र हैं । प्रथम एक प्याला और एक बोतल है उन दोनों के आकार भिन्न हैं परन्तु आयतन समान है । यदि एक को पानी से पूर्ण करके दूसरे में डालोगे तो दूसरा भी पूर्ण हो जायगा ॥

उनके नीचे दो लकड़ी के टुकड़े हैं जिन का स्वरूप तो एक सा है परन्तु एक दूसरे की अपेक्षा बहुत बड़ा है अर्थात् उनका आयतन भिन्न है ॥

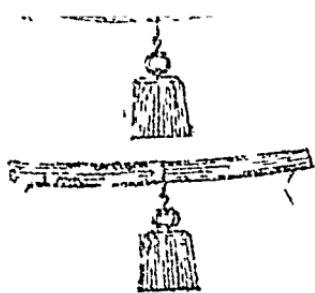
इस से तुम समझ गये होगे कि आयतन से क्या अभिप्राय है और आकार से क्या । यह नहीं होसक्ता कि बोतल के आकार का एक ठोस पदार्थ लेकर उसको पियाले के आकार का बना दें यद्यपि बोतल और प्याले का आयतन समान है । न यह होसक्ता है कि बड़ी लकड़ी के टुकड़े के तुल्य कोई ठोस पदार्थ लेकर उसे दबाकर छोटे टुकड़े के

तुल्य कर दें। यद्यपि दोनों लकड़ी के टुकड़ों का आकार एक ही है। अभिप्राय यह है कि जो वस्तु ठोस है उसका न तो आकार बदल सक्ते हैं और न उसका आयतन॥

स्मरण रक्खो जब यह कहा जाये कि अमुक बात नहीं होसक्ती या हम उसको नहीं कर सक्ते तो उस से यह अभिप्राय होता है कि हो तो सक्ती है परन्तु बड़ी कठिनता से और फिर भी कुछ पूरी २ नहीं। अब हम दो चार सहज २ परीक्षायें करते हैं जिन से यह बात अच्छे प्रकार से तुम्हारी समझ में आ जायगी॥

परीक्षा ८—यह एक लोहे की सलाख है। पहिले इस पर एक चोट लगाकर देखें टूटती है या

पन्द्रवां चित्र

नहीं। यह कदापि न टूटेगी। फिर इसका सिरा छत के एक कुंडे में पक्का बांधकर दूसरे सिरे पर कोई भारी बोझ लटका देते हैं और देखते हैं कि वह बोझ के बल से खिच कर लम्बी होती है या नहीं किञ्चित् मात्र नहीं। अब पांचवें चित्र के सदृश उस के सिरों के निकट दोनों छेदों में लोहे की कील लगाकर उसको मरोड़ते हैं देखें मरोड़ी भी जाती है या नहीं किञ्चित् मात्र नहीं। अब इसको एक मेज़ पर रख कर और खड़ा करके ऊपर के सिरे पर कोई भारी बोझ रख कर दबाते हैं देखें वह दब कर चपटी भी होती है या नहीं। उसको कुछ पता भी नहीं लगता अन्त में यह करते हैं कि उसके दोनों सिरे बांध कर उसको लटकाते हैं और उसके बीच में एक भारी बोझ बांध देते हैं। देखें मुड़ती भी है या नहीं वैसी की वैसी ही है॥

अब किञ्चित ध्यान करो कि उस लोहे की सलाख को न तो चोट लगा कर तोड़ सक्ते हैं न

भारी बोझ लटका कर बढ़ा सक्ते हैं न बल से मरोड़ सक्ते हैं। न दबा कर चपटा कर सक्ते हैं और न टेढ़ा कर सक्ते हैं। पस ! ठोस पदार्थ का यह अति उत्तम दृष्टान्त है परन्तु यह न समझ लेना कि उस का तोड़ना, मोड़ना, इत्यादि सम्भव ही नहीं। यदि बहुत बल लगाया जावे तो टूट भी सक्ती है बढ़ भी सक्ती है टेढ़ी भी हो सक्ती है इत्यादि इत्यादि। यथा जो परीक्षायें ऊपर की हैं उन में सलाख कुछ बढ़ भी गई, मुड़ भी गई चपटी भी होगई परन्तु इतनी नहीं कि देखी जा सके। स्पष्ट प्रतीत होगया कि जितना अधिक बल लगायेंगे उतनी ही सलाख अधिक मुड़ेगी, बढ़ेगी, टेढ़ी हो जायगी इत्यादि इत्यादि। पदार्थ विद्या में यह जानना अत्यावश्यक है कि जो शक्ति लगाई जाय और जो प्रभाव उस से उत्पन्न हुआ हो उन में क्या अन्तर है। इस का पूरा पूरा हाल तो यहां पर वर्णन नहीं हो सक्ता पर हां एक काम करते हैं तथाहि बलसे लकड़ी की एक पटरी को टेढ़ा करते

हैं और देखते हैं कि जो शक्ति हम ने लगाई उस से किस दिशा में कितना प्रभाव उत्पन्न हुआ है ॥

१५—झुकाव का वर्णन—परीक्षा ९—यह एक लकड़ी की पटरी है। इस के दोनों सिरे बांध कर उसे लेटवां इस रीति से लटकाते हैं कि सर्वथा दंडायमान रहे फिर उस के बीच में एक भारी बोझ लटकाते हैं और माप लेते हैं कि पटरी को बोझ ने कितना झुकाया इस के अनन्तर बोझ दुगना कर देते हैं और फिर माप लेते हैं कि इस अधिक बोझ से पटरी कितना अधिक झुकी। देखो दुगना बोझ लटकाने के कारण पटरी पहिले की अपेक्षा दुगनी झुक गई। इस से यह सिद्ध हुआ कि जितना बोझ जिस वस्तु पर रक्खा जाता है लगभग उतनी ही वह झुक जाती है ॥

परीक्षा १०—अब इस पटरी को मोटाई की दिशा में रखते हैं। जितना बोझ इस पर पहिले

छठा चित्र

रक्खा था उतना ही अब भी रखते हैं। देखो अब पहिले की अपेक्षा कुछ भी झुकाव प्रतीत नहीं पड़ता॥

१६—लकड़ी आदि घर बनाने की सामग्री के बल का वर्णन—यदि कोई राज किसी घर में बड़े २ शहतीर या कड़ियां लगाना चाहे तो उस को चाहिये कि कड़ियों को ऐसे प्रकार से लगाये कि बोझ सब से अधिक मोटाई पर पड़े। इस दशा में दृढ़ता अच्छी रहेगी और बड़े भारी बोझ से भी बहुत कम झुकेंगे॥

राज को अच्छे प्रकार से जानना चाहिये कि कौन सा पदार्थ कितना बल रखता है और सामग्री को किस प्रकार से लगाना चाहिये कि मकान जहां तक सम्भव हो अधिक काल तक जाय और सामग्री जहां तक सम्भव हो थोड़ी लगे। निदान! उस को जानना चाहिये कि ऐसी कौन सी रीति है जिस से लोहा, लकड़ी थोड़ी लगे और काम बहुत ही अच्छा हो॥

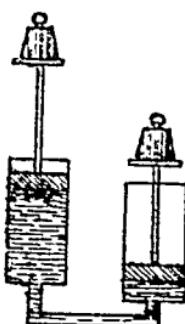
राज को एक और बात का भी ध्यान रखना आवश्यक है। वह यह है कि जब घर या पुल बनाये तो उस पर जितना अधिक से अधिक बोझ पड़ने का डर हो उस से पांच छः गुणा अधिक पक्का बनाये क्योंकि कभी २ ऐसा होता है कि जब छत पर कोई बोझ पड़ता है या पुल से रेल गाड़ियां गुजरती हैं उस समय तो वह बोझ को अच्छे प्रकार से सहार लेते हैं परन्तु इतने झुक जाते हैं कि ऊपर से बोझ उतर जाने के उपरान्त ठीक सीधे नहीं होते।

कुछ न कुछ झुकाव रह जाता है। जब उस छत या पुल पर इतना बोझ पड़ेगा तो हर समय पहिले की अपेक्षा शिथिल और शक्ति हीन होती जायगी और अन्त में यह होगा कि एक दिन बैठ जायगी। इस लिये राज को अधिक पूर्वोपाय करना उचित है अर्थात् उस को चाहिये कि पुल इत्यादि इतने दृढ़ बनाये कि बोझ उतर जाने के उपरान्त उन में किञ्चित् भी झुकाव न रहे और तत्क्षण अपनी प्रथम दशा में आ जायें॥

१७—रगड़ या संघर्षण [अभिघर्षण]-ठोस पदार्थों का वर्णन समाप्त करने से पहिले रगड़ का भी कुछ थोड़ा सा वर्णन करना आवश्यक है। तुम जानते हो कि यदि किसी बहुत भारी वस्तु को एक लकड़ी की मेज पर रक्खें तो उस वस्तु को सरकाने में बहुत बड़ा बल लगाना पड़ता है परन्तु यदि मेज संगमरमर की होती तो उस वस्तु को सरकाने में बहुत कम बल लगता और यदि वही

वस्तु बरफ की भूमि पर पड़ी होती तो उस को सरकाने के लिये और भी कम बल की आवश्यकता होती। उस शक्ति को जिस के द्वारा किसी भारी पदार्थ का घसीटना कठिन होता है रगड़ कहते हैं। यदि रगड़ न होती तो भी वैसी ही विपत्तियां आ पड़ती जैसी और शक्तियों के न होने से। रगड़ न होती तो हमारी यह अवस्था होती कि जैसे बरफ की भूमि पर चल रहे हैं और पद २ पर फिसल पड़ते। यदि कहीं किञ्चित ढलवान होती तो उस पर कोई वस्तु नही ठहर सक्ती। झट फिसल कर नीचे आ पड़ती॥

द्रुत पदार्थों के गुण।

१८—द्रुत पदार्थों का आयतन नहीं बदलता—यथा पानी के कणिका ऐसे ढीले ढाले होते है कि हम उन्हें अति सहज में इधर उधर हटा सकते हैं और यही कारण है कि हम पानी में चल

फिर सकते हैं। परन्तु यह नहीं हो सक्ता कि बल लगा कर पानी का आयतन बदल दें या लोटे भर पानी को दबा कर एक छोटे से वर्तन में डाल दें ॥

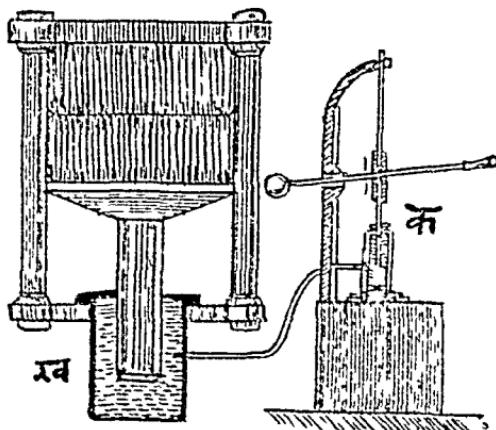
परीक्षा ११—आओ परीक्षा करके देखें कि पानी का आयतन घट सक्ता है या नहीं। स्मरण रक्खो जहां तक हो सके हर बात को परीक्षा करके देख लेना चाहिये। एक ऐसा नल लो जो एक ओर से बन्द हो उस में पानी भर दो और ऊपर से ऐसी पूरी डाट लगाओ कि पानी न निकल सके। अब डाट को अच्छे प्रकार बल से नीचे की ओर दबाओ। डाट किञ्चित् मात्र नीचे न उतरेगी। इसका क्या अभिप्राय है कि पानी को दबाकर उस का आयतन कम नहीं कर सक्ते ॥

१९--द्रुत पदार्थों में दबाओ का प्रभाव सब ओर पहुंचता है ॥

परीक्षा १२--आओ इस बात को परीक्षा करके देखें। एक ऐसा यन्त्र लो जैसा सातवें चित्र में

बना हुआ है। इस में दो नल बड़े छिद्र वाले ऊर्ध्व रूप हैं जो लेटी हुई नली से मिले हुए हैं। इन दोनों में ऐसी पक्की डाटें लगी हुई हैं कि पानी निकल नहीं सक्ता। नलों में पानी भर कर यदि

सातवां चित्र

एक डाट को नीचे की ओर दबाओगे तो दूसरी डाट ऊपर की ओर उठेगी। अब यदि दोनों डाटों पर समान २ यथा पांच २ सेर बोझ एक ही समय रख दोगे तो दोनों डाटें वहीं की वहीं रहेंगी एक में भी व्यापार न होगा॥

परीक्षा १३—पिछली परीक्षा में तो यन्त्र के दोनों नल ऊर्ध्व रूप थे अब ऐसा यन्त्र लो जिस का एक नल ऊर्ध्व रूप हो और दूसरा लेटवां। अब लेटवें नल की डाट पर पांच सेर बोझ का दबाओ डालो ऊर्ध्वरूप नल की डाट ऊपर को उठेगी। यदि उस पर भी पांच सेर का बोझ रख दोगे तो दोनों डाटें खड़ी हो जायेंगी। फिर ऊर्ध्वरूप नल की डाट पर पांच सेर बोझ के स्थान पर छः सेर बोझ रख दोगे तो लेटवें नल की डाट बाहिर की ओर निकलने लगेगी और यदि ऊर्ध्वरूप नल की डाट पर पांच सेर ही बोझ रहे और लेटवें नल की डाट पर छः सेर का दबाओ पहुंचाया जाय तो ऊर्ध्वरूप नल की डाट ऊपर को उठेगी। सो सिद्ध हुआ कि ऊर्ध्वरूप नल की डाट पर पांच सेर बोझ रखने से पानी के द्वारा लेटवें डाट पर भी उतना ही दबाओ पहुंचा सक्ते हैं और जितने बल से ऊर्ध्वरूप नल की डाट नीचे की ओर उतरेगी उतने ही बल

से लेटवें नल की डाट वाहिर की ओर निकलेगी। इस से तुम्हारी समझ में आगया होगा कि द्रुत पदार्थों पर जब कुछ दबाओ डालते हैं तो उस का प्रभाव सब ओर पहुंचता है। यह बात 'पास्कल' साहिब ने निकाली थी॥

परीक्षा १४--इस परीक्षा के लिये जो यन्त्र काम में आता है वह सातवें चित्र के न्याईं है। केवल इतना भेद है कि इस में एक डाट का छिद्र दूसरी डाट से दुगणा है। इन दोनों डाटों पर यदि पांच पांच सेर का बोझ रख दोगे तो वह खड़ी न रहेगी परन्तु बड़ी डाट निकल जायगी और जब तक उस पर दस सेर बोझ न रक्खोगे खड़ी न रहेगी। यदि बड़ी डाट का छिद्र छोटी डाट से तिगुना हो तो उस अवस्था में यदि छोटी डाट पर पांच सेर बोझ है तो बड़ी डाट को खड़ा रखने के लिये उस पर पन्दरह सेर बोझ रखना पड़ेगा। इस से प्रतीत हुआ कि जब एक डाट को नीचे की ओर दबाते

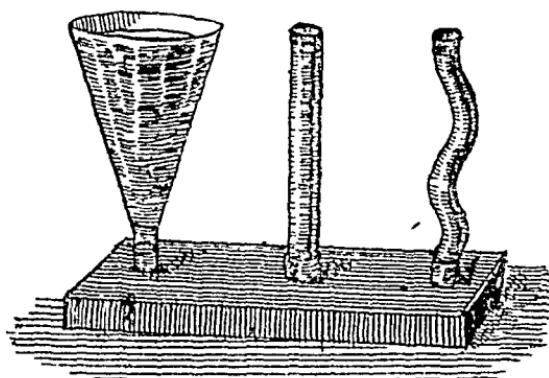
हैं तो केवल यही नहीं होता कि दूसरी डाट का उछाल हो परन्तु उस उछाल का बल उस डाट के विस्तार के अनुसार होता है यथा यदि एक डाट दूसरी डाट से तिगुनी चौड़ी है तो पानी उसे तिगुने बल से उछालेगा और यदि चौगुनी है तो चौगुने बल से और इसी प्रकार से आगे समझ लीजिये ॥

२०--जल का चाप-चौदवीं परीक्षा में जो पानी का गुण सिद्ध हुआ है वह बड़े काम का है। इसके आधार पर एक बहुत बलवान यन्त्र बनाया गया

आठवां चित्र

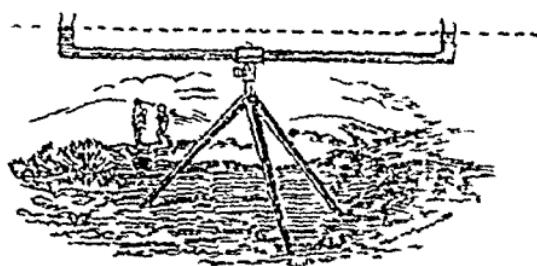
है जिस को उस के निर्माण कर्ता के नाम पर ब्रामा का चाप कहते हैं। इस यन्त्र का चित्र यह है॥ तुम देखते हो कि इस में कपास के दो बोरे धरे हैं उनके ऊपर एक बड़ी दृढ़ छत स्तम्भों में जड़ी हुई है प्रयोजन यह है कि जितना सम्भव हो इन बोरों को दबाकर छोटा कर दें इस लिये कि जब कहीं लाद कर भेजें तो थोड़े स्थान में आ जायें। इस यन्त्र मे 'क' और 'ख' दो नल है। ख बड़ा और क छोटा है। यह दोनों एक पतली नली के द्वारा आपस में मिले हुए हैं। ख नल की डाट क नल की डाट से सौ गुना चौड़ी है। सो यदि छोटी डाट पर थोड़ा सा भी बोझ रक्खेंगे तो बड़ी डाट पर बहुत अधिक बोझ रखना पड़ेगा। क्योंकि बड़ी डाट छोटी डाट से सौ गुना चौड़ी है। निदान छोटी डाट पर एक मन का बोझ धरने से बड़ी डाट सौ मन की शक्ति से ऊपर की ओर उठगी। कपास के बोरे डाट और छत के बीच में भिचकर दबाये जायेंगे। इस यन्त्र के सारे भाग बड़े दृढ़ और सुनिर्मित होने चाहियें

नहीं तो किसी निर्बल स्थान से या किसी में से पानी बल करके निकल जाएगा ॥

२१--द्रुत पदार्थों का उपरितल एक समान रहता है--द्रुत पदार्थों के दो गुण तो तुम्हें ऊपर प्रतीत हो चुके। उनका एक और गुण यह है कि वह सदा अपने उपरि भाग अर्थात् तल को एक समान रखते हैं। यह बात तुम्हारी समझ में सहज में आ जायगी कि द्रुत पदार्थों का उपरितल ढलवान नहीं रह सक्ता क्योंकि उन के कणिकों में रगड़ तो होती ही नहीं। यदि कहीं उपरि भाग में ढलान होती तो जो कणिक ऊंचे होते झट फिसल कर नीचे आ जाते। अन्त में यह होता है कि उन का उपरि भाग ऐसा एक समान होता है कि यदि उस पर साहुल लटकाया जावे तो उपरि भाग अर्थात् तल पर समकोणगामी होकर गिरेगा अर्थात् किसी ओर झुका न होगा। परन्तु सीधा खड़ा होगा

और यह बात एक सहज परीक्षा से सिद्ध हो सकती है ॥

परीक्षा १५--एक सपाट वासन में बहुत सा पारा डालो और उस को समतल कर दो कि पारा सब ओर फैल जाय। फिर पारे के उपरितल पर एक साहुल लटकाओ। साहुल और उस का प्रतिबिम्ब एक ही सीध में होंगे। इस से यह सिद्ध हुआ कि साहुल पारे के उपरितल पर झुका हुआ या तिरछा नहीं है। यदि साहुल तिरछा होता तो यह और उसका प्रतिबिम्ब एक सीध में दिखाई न देते परन्तु मुड़े हुए दिखाई देते ॥

परीक्षा १६--जब किसी द्रुत पदार्थ यथा पानी को ऐसे उपकारण में भरते हैं कि उस में भिन्न प्रकार की कई टेढी नलियां हों तो भी उस का पाट सब नलियों में एक समान ऊंचाई पर होता है। देखो यह उपकरण ऐसे ही आकार का है जैसा कि नौवें चित्र में बना हुआ है मैं इस में पानी भर कर

तुम को दिखाता हूं। देखो सब नालियों में पानी

नौवां चित्र

एक समान ऊंचाई पर है॥

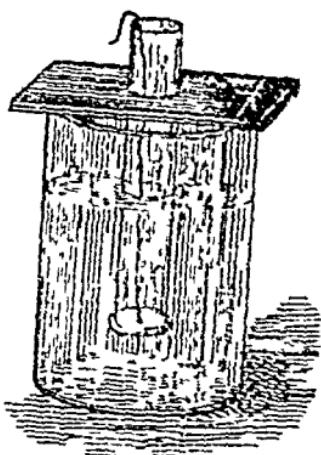
२२--वाटर लैवल अर्थात् जलीय सम्पाट का वर्णन ।

पानी के इस गुण के वर्णन में वाटरलैवल अर्थात् जलीय सम्पाट का भी वर्णन करना उचित है। इस उपकरण का चित्र दसवें चित्र में दिखाया गया है। इस में धातु की ऐसी नली है जिस के दोनों सिरे ऊपर को और मुड़े हुए हैं। इन दोनों सिरों में शीशे की दो छोटी २ नालियां लगी हुई हैं और

यह धातु की नली एक त्रिपाद पर रक्खी हुई है ।

दसवां चित्र

दोनों शीशों की नलियों मे जो पानी की पाट है यदि उस की सीध में आंख लगाकर देखें तो प्रतीत होगा कि हम एक ऐसी रेखा की सीध में देख रहे हैं जो ब्रह्माण्ड सन्धि के समानान्तर है और उस रेखा की सीध में जितने चिन्ह हैं वह सब एक ही रेखा में हैं जो कि ब्रह्माण्ड सन्धि के समानान्तर है । सो यदि पानी का कोई बहाव आवे तो वह इन सब चिन्हों पर एक ही वार पहुंचेगा ॥

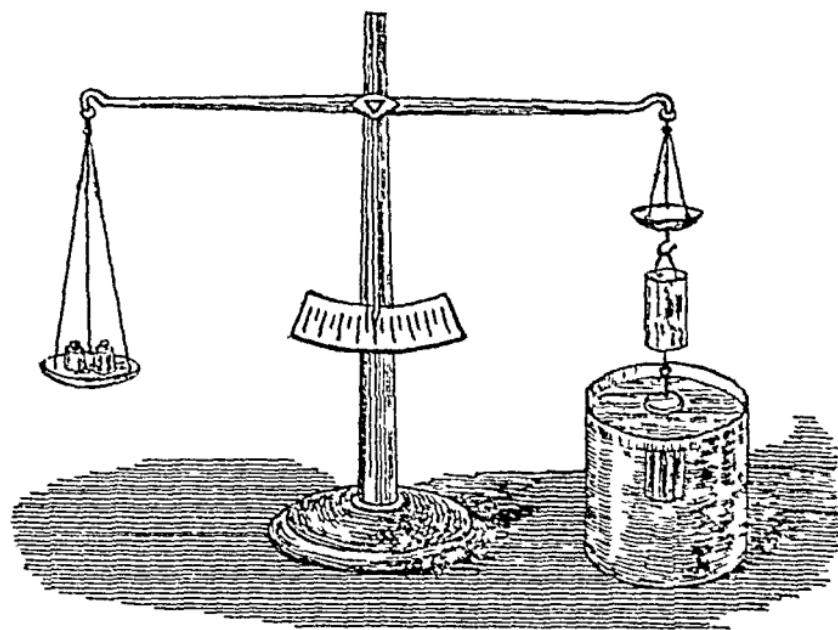
कभी २ इस बात के जानने की बड़ी आवश्यकता होती है कि कौन २ से स्थान भूमि से एक ही ऊंचाई पर हैं। जो अंजीनीअर नहर खुदवाते हैं या रेल की सड़क बनवाते हैं उनको इस बात का जानना अत्यन्त आवश्यक है । उसके लिये वह किसी न किसी प्रकार का समतल जानने का यन्त्र काम में लाते हैं। हमने यहां वाटर लैवल अर्थात जलीय सम्पाट दर्शक यन्त्र का वर्णन किया है परन्तु प्रायः सपिरिट लैवल काम में लाते हैं उस में पानी के स्थान पर सपिरिट अर्थात् मदिरा का सार होता है ॥

२३ गहरे पानी का दबाव—यदि कोई गहरा बर्तन लेकर उस में पानी भरें तो स्पष्ट है कि पानी की तह जो उस बर्तन की थाह से लगी हुई है उस पर ऊपर के सारे पानी का दबाव है सो यह तले की तह पानी के उपरि भाग से जितनी नीचे होगी उतना ही अधिक पानी का दबाव उस पर

होगा यथा जो पानी की तह उपरि भाग से दो फुट नीचे है उस पर उस तह की अपेक्षा जो केवल एक ही फुट नीचे है दो गुने पानी का बोझ है। इस से सिद्ध हुआ कि पानी का दवाओ गहराई के अनुसार हुआ करता है॥

परीक्षा १७—इस दवाओ का प्रभाव सब ओर होता है अर्थात् केवल नीचे ही की ओर नहीं परन्तु ऊपर की ओर और दूसरी दिशाओं की ओर भी होता है। इस बात को हम इस प्रकार से सिद्ध कर सक्ते हैं कि एक गहरे बर्तन मे पानी भरते हैं और उसके ऊपर की ओर एक दिशा पर जो एक डाट लगी है पहिले उसे खोलते हैं। देखो इस में से पानी की धार कुछ बहुत बल से नहीं निकलती। कारण यह है कि उसके ऊपर थोड़े ही पानी का दवाओ है। अच्छा अब इसी वर्तन के थाह के निकट जो दूसरी डाट है उसको खोलते है देखो यहां से पानी बड़े बल से निकलता है क्योंकि इस

स्थान पर के पानी का दबाओ बहुत अधिक है। इस से यह सिद्ध हो गया कि पानी का दबाओ नीचे ही की ओर नहीं परन्तु दूसरी दिशाओं की ओर भी होता है। अब यह सिद्ध करना रहा कि ऊपर की ओर भी दबाओ हुआ करता है। देखो यह एक शीशे का चौड़ा नल है जो दोनों ओर से खुला हुआ है और यह एक अलग पट्टिका (सपाट वासन) है जो ठीक इस नल के एक छिद्र पर आ जाती है। इस पट्टिका (सपाट वासन) के बीच में जो डोर बंधी हुई है उसको नल के अन्दर से निकाल कर खेंचो तो देखोगे कि पट्टिका (सपाट वासन) नल के छिद्र से जम गई है अब डोर को पकड़ कर इस नल को एक पानी के वर्तन में दबाता हूं। देखो यद्यपि अब रस्सी ढीली छोड़ रक्खी है पट्टिका (सपाट वासन) नल से अलग हो कर नहीं गिर पड़ती। इसका कारण यह है कि पट्टिका तो गिरना चाहती है परन्तु पानी उसको ऊपर की ओर उछाल रहा है। अब नल में थोड़ा

-सा नीले रंग का पानी डालते हैं। देखो इस पानी

ग्यारहवां चित्र

के बोझ से भी पट्टिका अलग न हुई। जब यह नीला पानी नल के भीतर बर्तन के पानी के उपरि भाग के समीप आ जायगा तो पट्टिका गिर जायगी क्योंकि जितने बल से बर्तन का पानी पट्टिका को ऊपर की ओर उछालता है उतने ही बल से अब नीले पानी का बोझ उसे नीचे की ओर दबायेगा। सो इस रीति से बर्तन के पानी के प्रभाव का नीले पानी के दबाओ से संहार हो जायगा और पट्टिका गिर पड़ेगी॥

यदि तुम्हें नाव पर चढ़ कर किसी गहरी नदी पर जाने का अवसर मिले तो सुगमता से यह वात जानी जा सक्ती है कि गहरे स्थान पर पानी का दवाओ कितना वल वाला होता है। एक वोतल लो और उसकी तीन चौथाई पानी से भर अच्छे प्रकार से डाट लगा दो । फिर वोतल को एक लम्वी रस्सी से वांधकर गहरे पानी में लटकाओ और वहुत नीचे तक उतर जाने दो। जव वोतल को निकाल कर देखोगे तो पता लग जायगा कि डाट भीतर चली गई है और वोतल में पानी भर गया है ॥

२४ पानी में तैराने वाली शक्ति का वर्णन—

पानी में जो यह विशेषता है कि वह हर वस्तु को ऊपर की ओर उछालता है इसका वृत्तान्त अच्छे प्रकार से समझ लेना चाहिये । आओ हम इसकी एक दो परीक्षायें दिखाते हैं ॥

परीक्षा १८—नौवें खण्ड में तुला का वर्णन आ चुका है। अव हम उसको कील कांटे से ठीक

करके काम में लाने के योग्य बनाते हैं। हमारे पास यह एक ऐसी वस्तु है कि यदि उसको वायु में तोलते हैं तो देखो एक हजार गरेन होती है ॥

बारहवां चित्र

फिर उसको तुला के दायें पलड़े में लटका कर पानी में तोलते हैं। बताओ तो सही। अब क्या हुआ ? लो अब तो इसका बोझ कुछ भी नहीं

रहा । पलड़ा ऊपर को उठा चला जाता है । देखो अब तुला की डंडी सीधी करने के लिये इस पलड़े में १००० गरेन का बोझ रखना पड़ता है ॥

परीक्षा १९—क्या तुम यह समझते हो कि जब हम ने इस वस्तु को पानी में डाला तो उसका बोझ सर्वथा जाता ही रहा । नहीं यह बात नहीं है आओ हम एक और परीक्षा करके दिखाते हैं । एक बर्तन लेकर उस में कुछ पानी भरो और तुला के एक पलड़े में धर कर तोल लो । फिर उसी वस्तु को जिस का बोझ १००० गरेन था । उस बर्तन के पानी में डाल दो । देखो अब क्या हुआ ? बर्तन वाला पलड़ा झुका चला जाता है । हां अब वह बहुत भारी हो गया क्योंकि उस में १००० गरेन की वस्तु बढ़ गई है । अब जब तक दूसरे पलड़े में १००० गरेन का बट और न रक्खोगे तुला की डंडी सीधी न रहेगी और हज़ार गरेन ही उस वस्तु का बोझ है । पानी में तोलने से उसका बोझ जाता

नहीं रहा परन्तु वैसे का वैसा है। अच्छा जब उस वस्तु का बोझ पानी में तोलने से जाता नहीं रहा तो अठारवीं परीक्षा में क्यों प्रतीत न होता था ? बात यह है कि पानी में जो वस्तुओं को उछालने और तैराने की शक्ति है वह उसे ऊपर की ओर उछालती थी। इसलिये देखने में उस वस्तु का बोझ जाता रहा प्रतीत पड़ता था ॥

परीक्षा २०-देखो बारहवें चित्र में पीतल की एक मूसली है और उसका पीतल ही का एक खाना है जिस में वह पूरी २ आ जाती है। इस मूसली को उस खाने में से निकाल कर खाने को ऊपर और मूसली को नीचे तुला के दायें पलड़े के नीचे कुण्ड में लटका दो जैसा कि बारहवें चित्र में दिखाया गया है और दूसरे पलड़े में रेत इत्यादि डालकर ठीक २ धड़ा कर लो। फिर एक बर्तन में पानी भर कर उस पलड़े के नीचे रक्खो और खाने और मूसली को इस रीति से तोलो कि

मूसली पानी में सारी डूबी रहे मूसली वाला दायें ओर का पलड़ा बहुत हलका पड़ गया है। सत्य तो यह है कि पीतल की मूसली का बोझ पानी में तोलने से सारा तो नहीं परन्तु कुछ घट गया है। आओ इस बात को देखें कि कितना घट गया। मूसली के खाने को जो पलड़े के नीचे लटक रहा है पानी से भर दो। देखो डंडी सीधी होगई और मूसली का जितना बोझ पानी के अन्दर तोलने से कम होगया था वह उसके खाने में पानी भरने से पूरा होगया। क्योंकि मूसली अपने खाने में ठीक आ जाती है। इस लिये उसके खाने में जो पानी भरा गया था उसका आयतन ठीक मूसली के आयतन के समान था इस से हम यह सिद्धान्त निकालते हैं कि पानी के भीतर तोलने से पीतल की मूसली का बोझ इतना कम हो गया जितना उसके समान आयतन के पानी का बोझ है और यह बात कुछ इस पीतल की मूसली पर ही परि-मित नहीं है परन्तु चाहे कोई वस्तु क्यों न हो जब

उसको पानी में तोलते हैं तो उसका बोझ उसके पानी के आयतन के बोझ के तुल्य कम होजाता है ॥

२५---पानी में वस्तुओं का तैरना--अब किञ्चित् सोचो कि जो नियम तुम को बीसों परीक्षाओं से सिद्ध हुआ है उसका क्या अभिप्राय है। इस का अभिप्राय यह है कि यदि कोई ऐसी वस्तु पानी में डबोई जावे जो अपने आयतन के तुल्य पानी से भारी हो जैसे यह पीतल की मूसली थी तो पानी में उस का तोल केवल इतना घट जायगा जितना उस के आयतन के तुल्य पानी का तोल है। सारा तोल नहीं जाता रहेगा क्योंकि वह अपने आयतन के तुल्य पानी से भारी है। क्योंकि उस में कुछ बोझ शेष रहेगा इस लिये वह तह में बैठ जायगी ॥

परीक्षा २१--यदि कोई वस्तु अपने आयतन के तुल्य पानी से भारी नहीं परन्तु उस के समान है तो पानी में डालने से उस का सारा

परीक्षा २२—देखो हमारे पास एक लकड़ी का टुकड़ा है जो अपने आयतन के तुल्य पानी से हलका है। इस टुकड़े को हम बड़े बल से दबा कर पानी में डुबोते हैं परन्तु अपने बोझ के कारण [illegible]

बल से लकड़ी का टुकड़ा नीचे जाना चाहता है उस से अधिक बल से पानी की तैराने वाली शक्ति उसे ऊपर को उभारती है। इस लिये जिस समय हम लकड़ी के टुकड़े को हाथ से छोड़ते हैं वह झट ऊपर आ कर तैरने लगता है॥

आओ, इन परीक्षाओं से जो बातें सिद्ध हुई हैं उन्हें दुहरायें। प्रथम तो यह बात जानी थी कि जब कोई वस्तु पानी के अन्दर डूबी हुई होती है तो वह अपने आयतन के तुल्य पानी के बोझ के बराबर हलकी प्रतीत हुआ करती है। दूसरी यह कि यदि वह वस्तु अपने आयतन के तुल्य पानी से भारी हो तो डूब कर पानी की थाह पर बैठ जायगी। यदि उस के समान है तो न डूबेगी न तैरेगी परन्तु यदि अपने आयतन के तुल्य पानी से हलकी है तो झट उभर आयगी और उपरि भाग पर तैरने लगेगी॥

२६—जातीय गुरुत्व—अब हम तुम को यह समझाना चाहते हैं कि ऊपर की परीक्षाओं से

एक ऐसा नियम प्रतीत हो गया है जिस से हम बता सक्ते हैं कि कोई वस्तु अपने आयतन के तुल्य पानी से कितनी भारी है ॥

परीक्षा २३—अनुमान करो हमारे पास सोने की एक डली है। उसे वायु में तोलो तो देखो पूरी उन्नीस ग्रेन उतरी। फिर उस को पानी में तोलते हैं लो अठारह ही गरेन रह गई एक गरेन घट गई। सोने की डली का जितना तोल घट गया है वह उस के आयतन के तुल्य पानी के तोल के बराबर है। सो सोने की डली के आयतन के तुल्य पानी का तोल एक गरेन है। क्योंकि सोने की डली का बोझ उन्नीस गरेन था इस से प्रतीत हुआ कि सोना अपने आयतन के तुल्य पानी से उन्नीसगुणा भारी है। जब हम यह कहा करते हैं कि सोने का विशिष्ट गुरुत्व उन्नीस है तो उस से हमारा यही अभिप्राय हुआ करता है ॥

स्मरण रक्खो कि सोने का टुकड़ा चाहे किसी आकार का और कितना ही बड़ा क्यों न हो

सर्वदा पानी से उन्नीस गुना भारी होगा परन्तु जो वस्तु निर्मल खरे सोने की नहीं केवल उस से मिलती है जब उसे पानी में तोलेंगे तो वह अपने आयतन के तुल्य पानी से कभी उन्नीस गुना भारी न होगी। पदार्थों के विशिष्ट गुरुत्व अथवा जातीय गुरुत्व को जानने की यह विधि दो हजार बरस से अधिक हुए ज्ञानी आरकीमिडीस ने अनुसन्धान की थी। इस का वृत्तान्त यह है कि द्वीपसिसली में साइराक्यूज के महाराजा ने एक सोने का मुकुट बनवाया था। जब सोनार तैयार करके लाया तो महाराजा को सन्देह उत्पन्न हुआ कि सोनार ने सोने में कुछ चांदी मिला दी है परन्तु कोई ऐसा उपाय समझ में न आया जिस से मुकुट तो तोड़ना न पड़े परन्तु उस का खोटा खरा होना पता लग जाय। आरकीमिडीस को आज्ञा दी कि इस की कोई विधि निकालो। उस ने बहुत सोचा पर कोई विधि न बन आई। एक दिन वह सरोवर में स्नान कर रहा था कि अकस्मात् यह उपाय उस के चित्त में

आया। कहते हैं कि इस बात को जानने पर वह ऐसा प्रसन्न हुआ कि सरोवर से बिवश नंगा ही निकल भागा। 'पालिया' 'पालिया' कहता था और दौड़ता फिरता था। फिर घर आकर निर्मल खरे सोने की एक डली ली और परीक्षा करके देखा तो पानी में उसके तोल का उन्नीसवां भाग जाता रहा। इस से उस ने यह बात निकाली कि निर्मल खरा सोना अपने आयतन के तुल्य पानी से उन्नीस गुना भारी होता है। फिर उसने महाराजा के मुकुट को भी इसी रीति से पानी में तोला तो वह उन्नीसवें भाग से अधिक घट गया। इस से प्रतीत हुआ कि सोनार ने निर्मल खरा सोना नहीं लगाया। निदान सोनार को उस की दुष्टता का दंड मिला॥

दूसरे द्रुत पदार्थों में तैराने वाली शक्ति—

पानी को छोड़ कर दूसरे द्रुत पदार्थों में भी तैराने वाली शक्ति है, परन्तु सब में एक समान नहीं। किसी में कम किसी में अधिक। यथा जो द्रुत

पदार्थ बहुत ही हलके हैं जैसे अलकोहल[1] और ईथर[2] उन में यह शक्ति बहुत ही कम होती है और जो बहुत भारी होते हैं जैसे पारा उन में वहुत होती है। यह बात तुम्हारी समझ में इस रीति से अच्छे प्रकार से आ जायगी कि थोड़ा सा पारा लेकर एक वर्तन में डालो और उस के ऊपर एक लोहे का टुकड़ा रखदो। देखो वह उस पर तैर रहा है। इस से प्रतीत हुआ कि लोहा अपने आयतन के तुल्य पारे से हलका है परन्तु सोना पारे से भी भारी होता है क्योंकि तुम देख चुके हो कि सोना पानी की अपेक्षा लगभग १९ गुना के भारी होता है और पारा केवल साढ़े तेरह गुना भारी होता है॥

क्षार जल साधारन जल की अपेक्षा कुछ भारा होता है। पैलसटाइन देश में जो मुर्दार सागर है

१—अलकोहल मदिरा के सार को कहते हैं यह एक द्रुत पदार्थ है॥

२—ईथर यह एक बड़ी हलकी द्रुत वस्तु है जो अलकोहल से खैंच कर निकालते है॥

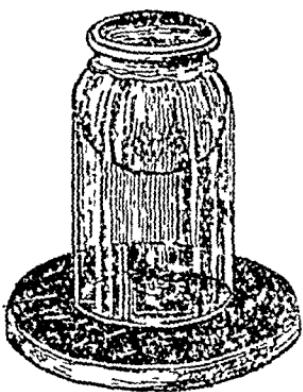
उस का पानी बहुत ही खारी है। ऐसा भारी है कि यदि कोई पुरुष उस में गिर पड़े तो सम्भव नहीं कि डूब जाय ॥

१८ कैशिकता या केषाकर्षण—द्रुत पदार्थों का वर्णन समाप्त करने से पहिले उन की इस विख्यात विशेषता का भी कुछ हाल बता देना उचित प्रतीत पड़ता है। जिस के कारण पानी इत्यादि अपने समतल से ऊपर चढ़ जाते हैं ॥

परीक्षा १४—एक खांड की डली लो और उसे पानी के उपरिभाग पर इस रीति से रक्खो कि नीचे का सिरा पानी से छूता रहे। थोडे समय में पानी उस में चढ़ जायगा और सारी डली भीग जायगी। इसी प्रकार से यदि मसीशोषक पत्र का एक टुकड़ा लेकर पानी के उपरिभाग पर रक्खोगे तो उस में भी पानी अपनी समतल से ऊपर चढ़ जायगा। परन्तु यदि खांड की डली और मसीशोषक पत्र के टुकड़े को पारे के उपरिभाग पर रक्खोगे

तो पारा उन में न चढ़ेगा। देखो पानी और पारा दोनों द्रुत पदार्थ हैं परन्तु खांड की डली और मसीशोषक पत्र पर उन का प्रभाव एक समान नहीं होता। खांड की डली और मसीशोषक कागज में पानी केवल चढ़ ही नहीं गया वरंच ठहरा भी रहा और पारा उन में कदाचित नहीं चढ़ सक्ता और चढ़ना कहां कुछ भिगो भी नहीं सक्ता। सत्य तो यह है कि पारे का खांड और मसीशोषक पत्र के साथ इतना लगाओ नहीं है कि उन में चढ़ जाये हां चांदी और सोने पर लगाओगे तो निस्सन्देह चढ़ जायगा और चिमिट जायगा क्योंकि इन धातों से उस को वड़ा लगाओ है॥

गैसों क गुण।

१९ वायुच्चाप—गैसें, पानी इत्यादि द्रुत पदार्थों से वहुत सी बातों में मिलती हैं परन्तु कई बातों में वड़ा भेद है। यदि द्रुत पदार्थ को किसी

वर्तन में डालोगे तो एक विशेष ऊंचाई तक उस में भर जायगा और समतल हो जायगा । क्योंकि पानी की चाहे आधी बोतल चाहे पौनी भरलो शेष आधी या पाओ खाली रहेगी और इसी लिये जब उसको हिलाओगे तो पानी अन्दर से छल छल करेगा परन्तु यदि गैस को किसी वर्तन में रक्खो तो यह कदाचित् न होगा यथा यह एक फुकना है इस में कुछ गैस है । देखो वह सारे फुकने में फैली हुई है सारांश यह है कि गैस को जितना स्थान मिलेगा वह यही चाहेगी कि सब में फैल जाय ॥

परीक्षा २५—गैस की यह विशेषता इस प्रकार से सहज सिद्ध हो सक्ती है । देखो यह एक एअर पम्प अर्थात् वायुनिष्कासक यन्त्र है जिसका वर्णन आगे आयगा । इसकी पट्टिका पर एक घण्टाकार घट रख दो और उस घट के अन्दर एक रबर का गेंद रक्खो, जिस में वायु भरा हुआ है और फिर एअर पम्प के द्वारा उस घट का वायु निकालना

आरम्भ करो देखो, जब उस घट के अन्दर से वायु निकलता जाता है गेंद फूलता जाता है इस का क्या कारण है ? कारण यह है कि जितना घण्टाकार का वायु निकल कर उस में रिक्तस्थल उत्पन्न होता जाता है गेंद का वायु उस में फैलने के लिये बल करता है और चाहता है कि सारे स्थान में फैल जाये परन्तु रबर उसे रोकता है इस लिये बाहिर तो निकल सक्ता नहीं गेंद को बल करके फैलाता है। यदि रबर के स्थान पर कोई कच्ची वस्तु होती तो उसे फाड़ कर उस घट के सारे रिक्तस्थल में फैल जाता। आओ फिर घट में वायु भर कर देखें लो गेंद छोटा होने लगा और सुकड़ते २ जितना पहिले था उतना ही हो गया है ॥

परीक्षा २६—आओ अब एक और परीक्षा करके देखें। यह एक शीशे का घट है जो दोनों ओर से खुला हुआ है उसे वायु निष्कासक यन्त्र की पट्टिका पर रक्खो और ऊपर के मूंह पर रबर

बड़ी दृढ़ता से बांध दो। फिर घट का वायु निकालना आरम्भ करो। देखो जितना घट का वायु निकलता

तेरहवां चित्र

जाता है, बाहिर का वायु उस के रिक्तस्थल में जाना चाहता है और रबर को नीचे की ओर दबाता है। देखना धीरे २ ऐसा बल करेगी कि सम्भव है रबर फट जाय ॥

३० वायु का तोल---अब तुम को पता लग गया कि जहां तक हो सक्ता है वायु हर रिक्त स्थल के अन्दर बल करके जाना चाहता है किसी बर्तन को वायु से सर्वथा खाली कर देना तो अति

कठिन है परन्तु फिर भी उसका वहुत सा वायु निकाल सक्ते हैं यथा चौधवें चित्र में जो वर्तन है उसे वायु निष्कासक यन्त्र पर लगा कर उसका वायु निकाल सक्ते हैं। उस वर्तन को एक वार तो वायु निकालने से पहिले तोल लो और फिर वायु से खाली करके तोलो। देखो जव उस में वायु भरा

चौधवां चित्र

हुआ था तो भारी था। अव खाली करके पहिले से हलका हो गया। इस से प्रतीत हुआ कि वायु का तोल है॥

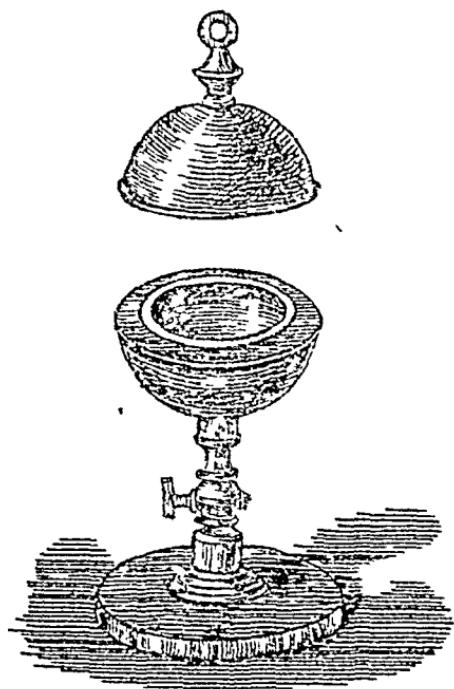
परीक्षा २७—एक कागज की कन्दील लेकर तुला के पलड़े में इस रीति से लटकाओ कि थाह नीचे की ओर रहे। उस को तोल लो। यह वायु से भरी हुई कन्दील का बोझ है॥

परीक्षा २८—कन्दील को तोल कर इसी रीति से लटका रहने दो फिर उस में कारबानक ऐसड गैस भरो जो एक भारी गैस है और जिस के बनाने की रीति तुम रसायन विद्या की पुस्तक के ३३वें खंड में पढ़ चुके हो। जितनी कारबानक ऐसड गैस कन्दील में भरती जाती है वायु उस के अन्दर से निकलता जाता है। अब कन्दील वाला पलड़ा झुक गया। इस से स्पष्ट है कि पलड़ा उस समय की अपेक्षा जब उस में वायु भरा हुआ था अब भारी हो गया सो सिद्ध हुआ कि कई गैसें भारी होती हैं और कई हलकी॥

परीक्षा २९—हाईडरोजन गैस सब गैसों से हलकी होती है। यह इस रीति से सिद्ध हो सक्ता

है। अब की बार इस कन्दील को तुला के पलड़े में उलटा लटकाओ अर्थात् उस की थाह ऊपर की ओर रहे और मूंह नीचे की ओर। फिर उस को तोलकर शिक्षाओं के अनुसार उस में हाईडरोजन गैस भरा। देखो अब कन्दील वाला पलड़ा ऊंचा हो गया। इस से सिद्ध हुआ कि अब कन्दील पहिले की अपेक्षा अर्थात् जब उस में वायु भरा हुआ था बहुत हलकी हो गई परन्तु इतनी नहीं जैसा कि उस में कुछ है ही नहीं। सो पता लग गया कि गैसों के कणिक एक दूसरे को हटाते हैं और जहां तक हो सक्ता है एक दूसरे से अलग होना चाहते हैं और उन को किसी वर्तन में डालो तो सारे स्थान में फैल जाते हैं परन्तु फिर भी पृथिवी का आकर्षण उनको अपनी ओर खेंचता है और इसी कारण उन में कुछ न कुछ बोझ भी निस्सन्देह होता है इस लिये सम्भव नहीं कि यह वायु मण्डल जो पृथिवी को चारों ओर से घेरे हुए है कभी पृथिवी से अलग होकर उड़ जाये। यह सदा पृथिवी के साथ जकड़ा हुआ और सागर की न्याईं

चारों ओर से परिमित है और इस वायु के सागर की थाह पर हम रहते और चलते फिरते हैं ॥

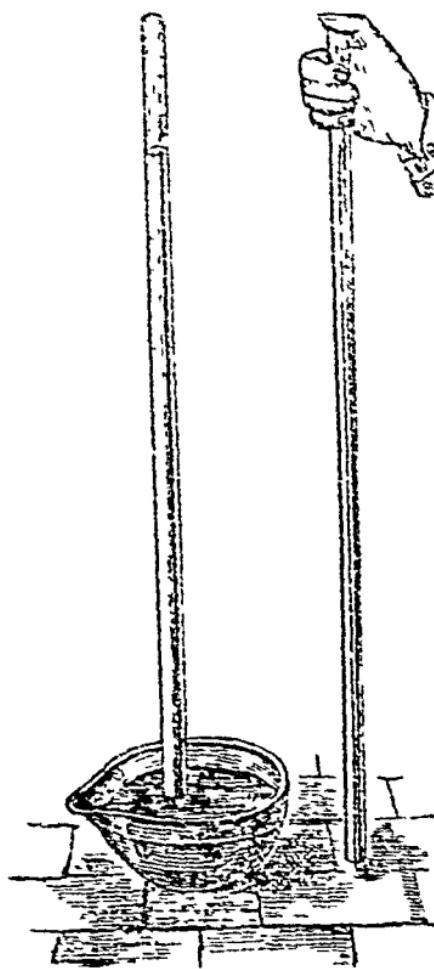
दबाओ और तोल में यह वायु का सागर ऐसा ही है जैसा कि पानी का सागर होता है और खंड २३ वें में तुम पढ़ चुके हो कि जब किसी बर्तन में पानी भरा जाता है तो उसकी थाह पर पानी का दबाओ अधिक होता है औह यह भी कि इसके दबाओ का प्रभाव चारों ओर होता है ॥

अब यदि तुम से यह कहें कि तुम पर सदा वायु का बड़ा भारी दबाओ रहता है तो तुम सुन कर आश्चर्य्यमय होगे और पूछोगे कि फिर हम इस के तले दब क्यों नहीं जाते ? और हम को यह दबाओ प्रतीत क्यों नहीं होता। इस का कारण यह है कि वायु का दबाओ भी पानी की न्याईं हर दिशा में ऊपर नीचे और सब ओर होता है यथा एक कागज़ के ताओ को खोल कर ऊपर से छोडोगे तो तुम आप ही समझ जाओगे कि वायु न

केवल उसे ऊपर की ओर से नीचे को दबाता है परन्तु नीचे से ऊपर को भी बल से उभारता है। इसी कारण से वह ताओ वायु में इस रीति से स्वाधीन उड़ता फिरता है जैसा कि उस पर वायु का कुछ दबाओ ही नहीं। सो यही बात है कि हम तुम भी बिना पीड़ा के चलते फिरते हैं और वायु का दबाओ प्रतीत नहीं पड़ता। आओ अब हम एक परीक्षा करके तुम को दिखाते हैं कि वायु के दबाओ की क्या अवस्था है॥

परीक्षा ३०—देखो यह दो अर्ध गोल हैं जैसे दो सरपोस। जब एक को दूसरे पर रखते हैं तो ठीक एक समान बैठ जाते हैं॥

अब इन्हें एक दूसरे पर जमा कर पेच बन्द करदो। देखें उन का खोलना कुछ कठिन नहीं है। कदाचित् तुम यह पूछोगे कि वायु के दबाओ से यह बन्द क्यों नहीं रहते? खुल क्यों जाते हैं? कारण यह है कि जिस रीति से बाहिर का वायु उन्हें मिला रखना

चाहता है उसी रीति से अन्दर का वायु अलग करना चाहता है। अब हम उन को बन्द करके वायु निष्कासक यन्त्र पर लगाते हैं और अन्दर का वायु निकालते हैं।

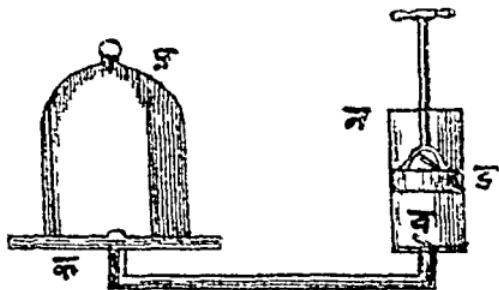
पंदरहवां चित्र

फिर पेच बन्द करके वायु निष्कासक यन्त्र से उनको अलग करते हैं। देखें अब तुम उन्हें बल लगाकर

अलग तो करदो। अब उन के अलग करने में कुछ बल की आवश्यकता है। क्यों? इस लिये कि बाहिर के वायु का दबाओ तो उन पर उपस्थित है अन्दर कुछ वायु रहा नहीं, जो बाहिर के वायु का विरोध करे और उस के प्रभाव का संहार करे। इस कारण से उन का अलग करना कठिन है। तुम जानते हो कि वायु भी एक द्रव्य है और किञ्चित् तोल रखता है इस लिये इस में भी कुछ तैराने की शक्ति है यद्यपि पानी की अपेक्षा बहुत कम। यदि एक थैले में कोइले की गैस भरें और हाईडरोजन गैस भरी जाय तो और भी अच्छा है क्योंकि वह कोइले की गैस से भी हलकी होती हैं तो वह थैला अपने आयतन के तुल्य वायु से हलका होने के कारण वायु में ऊपर चढ़ जायगा। बैलून अर्थात् बिमान जिस में लोग बैठ कर उड़ा करते हैं ऐसी ही वस्तु होती है यद्यपि वह इस से बड़ा होता है कभी २ इतना बड़ा होता है कि उस में कई आदमी बैठ सक्ते हैं॥

परीक्षा ३१--बैरामीटर अर्थात् वायुभार मापक
एक शीशे की नली लो जो एक ओर से खुली हुई हो और दूसरी ओर से बन्द। उस को पारे से पूर्ण करदो और खुले हुए मूंह को अच्छे प्रकार से अंगुली से बन्द करके उसे एक पारे के बर्तन में उलटाओ जिस रीति से सोलहवें चित्र में दिखाया गया है परन्तु सावधान रहो कि जब तक नली का खुला हुआ सिरा पारे के अन्दर न डूब जाय अंगुली नली के मूंह पर से न हटानी चाहिये। देखो क्या तो नली पारे से सम्पूर्ण भरी हुई थी अब उसके ऊपर का कुछ भाग खाली दिखाई देता है। भला क्या कारण है। कदाचित् तुम यह सोच लो कि उलटते समय नली में कुछ वायु घुस गई। नहीं यह बात नहीं है नली के ऊपर के भाग में तो कुछ भी नहीं। सर्वथा शून्य स्थान है। अब कदाचित् तुम यह पूछो कि यदि नली के ऊपर के भाग में रिक्त स्थल है तो वायु जो बर्तन के पारे के उपरिभाग को

चारों ओर से दबा रहा है वह पारे को ऊंचा करके रिक्तस्थल में भर क्यों नहीं देता ? इस का उत्तर

सोलहवां चित्र

यह है कि वास्तव में वायु यदि ऐसा कर सक्ता तो

करता । बात यह है कि वायु बर्तन के पारे के उपरि भाग को इतने बल से दबा रहा है कि नली के अन्दर पारा तीस इंच ऊंचा खड़ा है । वायु का दबाओ उस से अधिक बोझ नहीं सहार सक्ता। जितने बल से पारा नीचे की ओर आना चाहता है उतने ही बल से वायु का दबाओ उसे ऊपर की ओर धकेलता है और दोनों का बल एक समान तुला हुआ है । न तो पारा नीचे उतर सक्ता है न वायु का दबाओ उसे ऊपर धकेल सक्ता है । इस लिये पारा ३० इंच से जितना अधिक ऊंचा था उतना ही नीचे उतर आया और नली में रिक्तस्थल हो गया । यह बात प्रथम 'इटली' के एक ज्ञानी ने व्यक्त की थी जिस का नाम 'टारी सैल्ली' था । इस लिये नली के ऊपर जो शून्य स्थल होता है उसका नाम टारीसैल्ली शून्यस्थल पड़ गया है। इस नली को वायुभार मापक कहते हैं । इस के साथ प्रायः इंचों का एक माप लगा होता है । इस से ठीक २ पता

लग जाता है कि बर्तन का पारा नली के पारे से कितना नीचा है ॥

वायुभार मापक के गुण—यह उपकरण कई काम आता है यथा एक काम तो यह ही है कि इस के द्वारा पर्व्वतों की ऊंचाई जान सक्ते हैं । २३ वें खण्ड में तुम पढ़ चुके हो कि जब किसी गहरे बर्तन में पानी भरते हैं तो ऊपर की अपेक्षा थाह के लगभग अधिक दबाओ होता है और यह भी जानते हो कि दबाओ के लिये जो अवस्था पानी की है वही वायु की है सो यह वायु का सागर जो हमारी पृथिवी के चारों ओर फैला हुआ है उस में भी जो वायु पृथिवी के लगभग है उस पर भी ऊपर के वायु की अपेक्षा अधिक दबाओ है । यदि हम किसी ऊंचे पर्बत की चोटी पर जायें तो वहां हम पर मैदान की अपेक्षा वायु का बोझ कम होगा सो स्पष्ट है कि वहां के वायु का दबाओ नली के पारे को इतनी ऊंचाई तक खड़ा न रख सकेगा जितनी ऊंचाई तक मैदान के वायु का

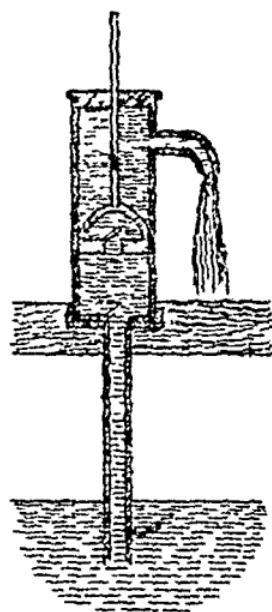
दबाओ रख सकता है अर्थात् वहां नली क अन्दर पारा तीस (३०) इंच ऊंचा नहीं रहेगा परन्तु कहीं पच्चीस इंच और कहीं बीस इंच तक नीचे उतर आयेगा। पारे का उतार पर्वत की ऊंचाई पर होगा जितना ऊंचे चढ़ते जाओगे उतना पारा नीचे उतरता आयेगा। इस रीति से इस उपकरण के द्वारा पता लगसक्ता है कि तुम पर्वत पर कितने ऊंचे पहुंच गये हो। इस के निरन्तर इस उपकरण से यह भी बता सक्ते हैं कि आंधी या झक्कड़ तो नहीं आने वाला है। जब वायुभारमापक की नली में पारा उतर आता है और विशेष करके उस अवस्था में जब शीघ्रता से उतर आय तो हमें जान लेना चाहिये कि आंधी या झक्कड़ आने वाला है और जब पारा ऊंचे दरजे पर खड़ा रहे तो समझ लेना चाहिये कि ऋतु अच्छी रहेगी और कोई आंधी या वर्षा नहीं आने वाली है॥

२३ एअर पम्प अर्थात् वायुनिष्कासक यन्त्र—पहिले वर्णन आ चुका है कि एक यन्त्र ऐसा होता है जिस के द्वारा किसी वर्तन का वायु निकाल सक्ते हैं और उस का नाम एअर पम्प अर्थात् वायु

सतारहवां चित्र

निष्कासक यन्त्र है। इस का आकार और इस का काम सतारहवें चित्र से समझ में आ जायगा। बांयें ओर शीशे का एक घण्टाकार घट है उस में वायु भरा हुआ है और यह धातु की एक गोल पट्टिका

पर रक्खा हुआ है और उस पर इस रीति से जमा हुआ है कि वायु के आने जाने का किञ्चित् मार्ग नहीं है। पट्टिका के बीच में एक टेढ़ी नली लगी हुई है। उस का एक मुंह तो घण्टाकार घट के अन्दर खुला हुआ है और दूसरा दायें ओर एक चौड़े नल में निकला हुआ है। निदान घण्टाकार घट और नल इस टेढ़ी नली के द्वारा मिले हुए हैं। इस नल के अन्दर एक डाट है जो उस में अच्छी रीति से फंस कर आती है और एक दस्ते के द्वारा ऊपर नीचे चढ़ती उतरती है। इस डाट में एक छिद्र है। उस पर एक उपयुक्त ढिपनी लगी हुई है! जिसे अङ्गल देश की भाषा में 'वैलव' कहते हैं। यह केवल ऊपर ही की ओर खुल सक्ता है। नल के अन्दर टेढ़ी नली के मुंह के ऊपर भी एक ऐसी ही ढिपनी है और यह भी ऊपर ही को खुलती है। अब अनुमान करो कि डाट नल की थाह से लगी हुई है और दोनों ढिपनियां बन्द हैं। अच्छा अब डाट को ऊपर की ओर खेंचो और नल के

मुंह तक ले आओ। स्पष्ट है कि नल की थाह और डाट में रिक्त स्थल उत्पन्न हो जायगा और बाहिर का वायु चारों ओर से चाहेगा कि उस के अन्दर जाय परन्तु जाय तो कहां से जाय। डाट तो नल से ऐसी मिली हुई है कि किञ्चित् भी मार्ग नहीं रहा। उस के ऊपर की ढिपनी प्रथम तो केवल ऊपर की ओर ही खुल सक्ती है। दूसरे बाहिर के वायु के दबाओ से अब और भी दृढ़ हो गई है। निदान ऊपर के वायु के लिये तो कोई मार्ग नहीं। अब रहा वह वायु जो घण्टाकार घट के अन्दर है वह भी इस शून्य स्थान में आना चाहेगा और निस्सन्देह आ जायगा क्योंकि टेढ़ी नली के मार्ग से नल की थाह पर पहुंच कर वहां का ढकना जो ऊपर की ओर खुलता है दबा कर खोल लेगा और रिक्त स्थल में भर जायगा। जब घण्टाकार घट का वायु इस रीति से नल में भर जाय तो डाट को जो नल के मुंह के लगभग पहुंच गई है नीचे की ओर दबाना आरम्भ करो। स्पष्ट है कि जितना

डाट को दबाओगे डाट वायु को दबायगी और वायु इस दबाओ को नीचे के ढकने तक पहुंचायगा। इस से वह ढकना बन्द हो जायगा और जो वायु नल की थाह और डाट के बीच में भरा हुआ है उसे नीचे की ओर जाने को मार्ग न रहेगा। परन्तु हां ऊपर का ढकना ऐसा है कि उसे मार्ग दे सक्ता है सो वायु नीचे से बल करके उसे खोल लेगा और बाहिर निकल जायगा और जितना तुम डाट को दबाते जाओगे नल के अन्दर का वायु ऊपर के ढकने से निकलता जायगा यहां तक कि डाट नल की थाह से जा लगेगी और जितना वायु उस में भर रहा था वह सब निकल जायगा। परन्तु यह न समझना, कि बर्तन के अन्दर का सारा वायु निकल गया। नहीं ! यह तो उस वायु का केवल एक भाग है परन्तु हां यही काम बार बार किये जाओगे तो घण्टाकार घट का बहुत सा वायु निकाल दोगे। जब डाट को दस्ते के द्वारा नल में ऊपर खेंचोगे ऊपर का ढकना बाहिर के वायु के

दबाओ से बन्द रहेगा इस लिये बाहिर से किञ्चिद् वायु भी अन्दर न जाने पायगा और अन्दर जो रिक्त स्थल उत्पन्न होगा उस में घण्टाकार घट का कुछ वायु टेढ़ी नली के द्वारा नल के ढकने को खोल कर नल में चला जावेगा। फिर जब डाट नीचे दबाओगे तो अन्दर का वायु थाह के ढकने को तो दबाकर बन्द रक्खेगा और नली में वापस न जासकेगा परन्तु हां डाट के ढकने को बल करके खोलेगा। और बाहिर निकल जायगा। हर बार इस काम से वर्तन का कुछ न कुछ वायु निकलता रहेगा परन्तु इस बात में बड़े सावधान रहो कि डाट जो नल में उतरती चढ़ती है वह ऐसे वायु का निरोध करने वाली हो कि बाहिर का वायु किंचित् भी अन्दर न जा सके। यदि कुछ भी छिद्र रह गया तो नल के अन्दर का वायु न निकलेगा। अब वायु निष्कासक यन्त्र को चलाने की रीति तुम को पता लग गई। स्मरण रक्खो कि यह उपकरण सदा इसी आकार का नहीं होता।

दूसरे आकारों का भी होता है परन्तु सब का नियम एक ही है ॥

३४ वाटर पम्प अर्थात् जलोत्तोलन यन्त्र--वायु निष्कासक यन्त्र का बृत्तान्त तुम पढ़ चुके अब किञ्चित् वायु निष्कासक यन्त्र की ओर फिर ध्यान करो। तुम देख चुके हो कि वायु का वही दबाओ ठीक इतना है कि उस के बल से पारा नली में तीस इंच के लगभग ऊंचा खड़ा रह सक्ता है और यह भी जानते हो कि पानी अपने आयतन के तुल्य पारे से बहुत हलका है सो स्पष्ट है कि यदि नली में पारे के स्थान पर पानी भरेंगे तो वायु का वही दबाओ पानी को तीस इंच से बहुत अधिक ऊंचे तक सम्भाले रहेगा। परीक्षा से सिद्ध हो गया है कि वायु का दबाओ नली में पानी को तीस फुट के लगभग खड़ा रख सक्ता है अब तुम्हारी समझ में जलोत्तोलन यन्त्र का हाल अच्छे प्रकार से आ जायगा। अठारहवें चित्र में उस यन्त्र की अन्तरीय

अवस्था स्पष्ट दिखाई देती है। नीचे तो पानी का सरोवर है जिस में से पानी खेंच कर ऊपर लाने की आवश्यकता है। पानी के नीचे से लेकर जलो-त्तोलन यन्त्र के नल तक एक नली लगी हुई है।

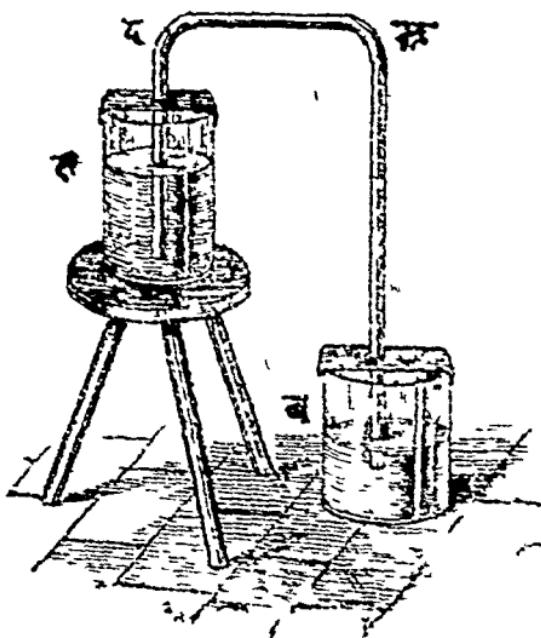
अठ्ठानवाँ चित्र

इस में से पानी ऊपर चढ़ता है। जलोत्तोलन यन्त्र के नल में एक लम्बे दस्ते वाली बड़ी उपयुक्त डाट लगी हुई है। यह ऊपर नीचे चढ़ती उतरती है। इस

डाट में एक छिद्र है उस पर एक ढकना लगा हुआ है जो केवल ऊपर की ही ओर खुलता है । ऐसा ही एक ढकना नल की थाह में भी लगा हुआ है। यह भी ऊपर की ओर खुलता है। निदान इस उपकरण का यह नल सर्वथा वैसा ही है जैसा कि वायु निष्कासक यन्त्र का नल देख चुके हो। अब इस में भी अनुमान करो कि काम करते समय डाट नल की थाह पर लगी हुई है । अच्छा इसे ऊपर खेंचो । जो अवस्था वायु निष्कासक यन्त्र में देख चुके हो वही यहां भी हुई अर्थात् डाट का ढकना ऊपर के वायु के दबाओ से बन्द रहा और नल की थाह और डाट के बीच में जितना स्थान था उसमें रिक्तस्थल उत्पन्न हो गया। इस रिक्तस्थल में नीचे की नली का वायु थाह के ढकने को बल से खोलकर अन्दर चला गया। फिर जब उस डाट को नीचे की ओर दबाओगे । तो यह नल का वायु थाह के ढकने को तो अपने दबाओ

से बन्द रक्खेगा परन्तु डाट के ढकने को बल करके खोल लेगा और उस के रस्ते से बाहिर निकल जायगा। निदान इस रीति से कई बार करने से नली का सारा वायु निकल जायगा अब यह देखना चाहिये कि जिस कुंएँ अथवा सरोवर पर जलोत्तोलन यन्त्र लगा हुआ है उसके पानी के उपरिभाग को बाहिर का वायु दबा रहा है। पहिले तो उस के दबाओ का विरोध नली के वायु का दबाओ कर रहा था। अब नली का वायु निकल गया तो बाहिर के बायु के दबाओ का विरोध करने के लिये कोई दबाओ न रहा। इस अवस्था में बाहिर की वायु का दबाओ पानी को दबाकर नली के अन्दर चढ़ाना आरम्भ करेगा और जब नली में कुछ भी वायु शेष न रहेगा तो सारी नली में पानी चढ़ जायगा औरँ फिर नल के ढकने को अपने बल से खोल कर उस में चला जायगा परन्तु इस बात का ध्यान रखना आवश्यक है कि कुंएँ अथवा

सरोवर का पानी नल के ढकने से तीस फुट से अधिक नीचे न हो क्योंकि हम अभी कह चुके हैं कि वायु का दबाओ पानी को तीस फुट ऊंचा चढ़ा सक्ता है सो यदि पानी नल के थाह से तीस फुट से अधिक नीचा होगा तो इधर का संसार उधर क्यों न हो जाय कुँएं का पानी नल तक कदापि न पहुंचेगा। परन्तु यदि जलोत्तोलन यन्त्र का नल पानी के उपरिभाग से कोई २६ अथवा २७ फुट ऊंचा है तो वह अच्छा काम देगा और कुँएं का पानी नल में अच्छी रीति से चढ़ेगा। अच्छा ! अब अनुमान करो कि यह नली इतनी ही ऊंची है और पानी इस में चढ़कर जलोत्तोलन यन्त्र के नल में आगया है सो अब यह अवस्था होगी कि जब तुम डाट को नीचे दवाओगे तो उस का दबाओ पानी पर पहुंचेगा और पानी नीचे के ढकने को दबायेगा इस लिये वह ढकना तो बन्द रहेगा और पानी ऊपर की ओर बल करके डाट का ढकना खोल

लेगा और ऊपर निकल आयगा। फिर तुम जब डाट को ऊपर खेंचोगे तो पानी भी उस के साथ खिचा आयगा और नल में जो मुंह दिखाई देता है उसके द्वारा शीघ्र निकलने लग पड़ेगा। निदान अब हर बार डाट को ऊपर खेंचने से पानी निकलता रहेगा॥

परीक्षा ३२—अब यदि तुम यह देखना चाहते हो कि जब २ जलोत्तोलन यन्त्र से काम लेते हैं तो उस के अन्दर क्या अवस्था होती है तो जलोत्तोलन यन्त्र का एक ऐसा प्रतिरूप लो जिस का नल शीशे का हो। इस दशा में तुम को स्पष्ट दिखाई देगा कि जब डाट का दस्ता पकड़ कर ऊपर की ओर खेंचते हैं तो डाट का ढकना बन्द हो जाता है और थाह का ढकना खुल जाता है और जब डाट को नीचे की ओर दबाते हैं तो नल की थाह का ढकना बन्द हो जाता है और डाट का ढकना खुल जाता है। यह तुम जानते हो कि डाट

नल के अन्दर ठीक आनी चाहिये नहीं तो वायु ऊपर से अन्दर चला जायगा और सारा काम बिगड़ जायगा परन्तु कभी २ ऐसा भी होता है कि जलोत्तोलन यन्त्र को कुछ समय तक काम में न लाने के कारण डाट के आस पास का चमड़ा इत्यादि सूख जाता है इस लिये यह उपकरण काम नहीं देता। ऐसी दशा में डाट पर थोड़ा सा पानी डाल कर भिगो लेना चाहिये इस लिये कि उस के जोड़ और गांठें कोमल हो जायें और कहीं छिद्र शेष न रहे ॥

साईफन अर्थात् बकयन्त्र वा पनचोर—

यह भाग समाप्त करने से पहिले एक और उपकरण का वर्णन करना उचित प्रतीत पड़ता है जिसे अङ्गल देश की भाषा में साईफन कहते हैं। यह उपकरण भी वायु ही के दबाओ से काम देता है। इस से ऊंचे बर्तन का पानी नीचे के बर्तन में भर

सक्ते हैं। इस का नियम ठीक २ वर्णन करने की कुछ आवश्यकता नहीं। इस का चित्र ऊपर बनाया

उन्नीसवां चित्र

गया है। यह एक दो शाखा वाली टेढ़ी नली है एक शाखा बड़ी है एक छोटी। इस से इस रीति से काम लेते हैं। इस को उलटा करके पानी से भर लेते हैं। फिर दोनों शाखाओं के सिरों को अंगुली से बन्द करके छोटी शाखा का मुंह तो ऊंचे वर्तन के पानी में डबो देते हैं और बड़ी शाखा के नीचे खाली

बर्तन रख देते हैं और अंगुलियां सिरों पर से हटा लेते हैं जैसा कि उन्नीसवें चित्र में दिखाया गया है। बड़ी शाखा में जो पानी तुम ने भरा था प्रथम तो वह नीचे के खाली बर्तन में गिरेगा फिर ऊंचे बर्तन के पानी के उपरिभाग पर जो वायु का दबाओ पड़ रहा है उस के बल से उस बर्तन का पानी छोटी शाखा में चढ़ २ कर बड़ी शाखा के मार्ग से बर्तन में धार बांध कर गिरना आरम्भ होगा और निरन्तर गिरता रहेगा यहां तक कि यदि छोटी शाखा का मुंह ऊंचे बर्तन की थाह तक पहुंच गया है तो उस का सारा पानी नीचे के बर्तन में आ जायगा ॥

अस्थिर पदार्थ।

२६ कर्तृत्व शक्ति अथवा बल--तुम इस पुस्तक के पहिले ही पृष्ठ पर पढ़ चुके हो कि पदार्थों की अवस्था और स्वभाव कभी कुछ होता है कभी कुछ यथा जब गोला तोप से निकलकर

उड़ा जाता है तो उस की अवस्था कुछ और होती है और जब पृथिवी पर स्थिर पड़ा होता है तो कुछ और इसी रीति से जो गोला उष्ण है उस की अवस्था और है और जो ठण्डा है उस की और। हम तुम से यह वर्णन कर चुके हैं कि इस पुस्तक के लिखने का एक बड़ा भारी अभिप्राय यह है कि भौतिक द्रव्य की उन कई अवस्थाओं और स्वभावों का कुछ बृत्तान्त पता लग जाय परन्तु आरम्भ में इस बात का वादाविवाद नहीं हो सक्ता था क्योंकि प्रथम साकार पदार्थों का कुछ बृत्तान्त वर्णन करना आवश्यक था अब तुम को ठोस, द्रुत पदार्थों और गैसों के बृत्तान्त का कुछ अच्छा ज्ञान हो गया है इस लिये उचित है कि पदार्थों की अवस्था और स्वभाव में जो विकार होते हैं उन का भी कुछ वर्णन करें॥

पहिले वर्णन आ चुका है कि कभी२ तो पदार्थ शक्ति से भरे हुए होते हैं जैसे अस्थिर गोला जो

तोप से निकल कर उड़ा चला जाता है और कभी कभी सर्वथा विना शक्ति के जैसे स्थिर गोला जो पृथिवी पर निश्चल पड़ा है अब हम शक्ति वाले पदार्थों की प्रसिद्ध २ अवस्थाओं का वर्णन करेंगे। जब कोई पदार्थ शक्ति से भरा हुआ होता है तो वह या तो गति में होता है या शीघ्रता से थरथराता है या गर्म होता है या उस में अलक्तार्क अर्थात् विद्युत् भरी होती है सो हम शक्ति वाले पदार्थों को चार प्रकारों में बांटते हैं। पहिले तो हम अस्थिर पदार्थों का वर्णन करेंगे और उन के वृत्तान्त में तुम्हें कुछ न कुछ यह भी समझायेंगे कि अस्थिर पदार्थ क्योंकर काम किया करते हैं। इस के उपरान्त थरथराने वाले पदार्थों का वर्णन करेंगे यथा बजता हुआ ढोल या घंटा। उस के वर्णन में ध्वनि का भी कुछ वृत्तान्त बतायेंगे। फिर उष्ण पदार्थों का वर्णन करेंगे और साथ ही ज्योति और उष्णता का कुछ वर्णन करेंगे। अन्त में ताड़ित् नियुक्त पदार्थों के वर्णन में उस आश्चर्य देने वाली और अद्भुत

वस्तु का वर्णन करेंगे जिसे तड़ित् वा अलक्तार्क कहते हैं। तुम जानते हो कि ऐसी छोटी सी पुस्तक में पदार्थों की सर्व भिन्न अवस्थाओं और शक्तिओं का पूरा २ हाल लिखना तो कठिन है हां जितना हो सक्ता है संक्षेप से वर्णन करेंगे परन्तु यह स्मरण रखना चाहिये कि यह विद्या बड़ी लाभदायक और उपकारी है। पूरी विद्या को ग्रहण करने के लिये इस की रीतियां बड़े पुस्तकों में लिखी हुई हैं॥

३७ काम (कर्म) की व्याख्या--जब हम यह कहते हैं कि उस पुरुष में बड़ी शक्ति है तो उस से यही अभिप्राय होता है कि उस में काम करने का बड़ा बल है और जब किसी पदार्थ के लिये यह वर्णन किया जाता है तो उस से भी यही अभिप्राय है। निदान! जब हम किसी पदार्थ की शक्ति या बल को जानना चाहते हैं तो यह देखा करते हैं कि कितना काम करने के पश्चात् उस की शक्ति का संहार हो जाता है। स्पष्ट है कि यदि हम एक पौंड

बोझ को एक फुट ऊंचा उठायें तो हम ने कुछ काम किया। फिर यदि दो फुट ऊंचा उसी बोझ को उठायें तो पहिले से दो गुणा काम किया, और तीन फुट ऊंचा उठायें तो तीन गुना और इसी प्रकार से आगे भी। सो यदि एक पौण्ड बोझ को फुट भर ऊंचा उठाने के काम को एक कहें तो उस के तीन फुट ऊंचा उठाने के काम को तीन कहना चाहिये इसी रीति से यदि दो पौण्ड बोझ को उतना ही ऊंचा उठायें जितना एक पौंड को उठाया था तो वह दोगुना काम हुआ सो दो पौण्ड बोझ को तीन फुट ऊंचा उठाने का काम छः के सदृश्य हुआ। निदान जब किसी बोझ को उठाते हैं तो उस काम का परिमाण इस रीति से लगाते हैं कि पौण्डों को ऊंचाई के फुटों में गुण करते हैं। इस गुण का उत्तर काम का परिमाण होगा॥

अनुमान करो कि एक तोप का मुंह आकाश की ओर करके उस से सौ पौण्ड का गोला इस

फुर्ती से छोड़ें कि एक हजार फुट ऊंचा जाय तो इस दशा में हम शीघ्र ही बता सक्ते हैं कि छूटते समय गोले में कितनी शक्ति या बल होगा । गोले में इतना बल था कि सौ पौण्ड बोझ को एक हज़ार फुट ऊंचा चढ़ा ले जाय सो प्रतीत हुआ कि इस में काम करने की शक्ति या बल १००×१००० अर्थात् १००००० के समान था । यदि इसी गोले को पहिले की अपेक्षा अधिक बारूद भर कर छोड़ें तो और भी फुर्तीला हो जायगा । अनुमान करो अब की बार १५०० फुट ऊंचा गया सो इस में काम करने का बल इस बार १००×१५०० अर्थात् १५०००० के तुल्य था । अब तुम्हारी समझ में आ गया होगा कि जितनी फुर्ती से गोला छूटेगा उतना ही ऊंचा जायगा और उतना ही काम करेगा और इसी कारण से काम करने की शक्ति भी उस में अधिक होगी ॥

३८ अस्थिर पदार्थों का काम—ऐसी छोटी सी पुस्तक में इस विषय पर ठीक २ वादाविवाद

करना तो कठिन है। हां इतना कहना आवश्यक है कि यदि किसी वस्तु को ऊपर की ओर इतने बल से फैंकें कि उसकी फुर्ती दो गुनी हो तो वह दो गुनी दूर नहीं परन्तु चौगुनी दूर तक पहुंचेगी और यदि उसे इस रीति से उछालें कि तीन गुनी फुर्ती हो तो वह तीन गुनी दूर नहीं परन्तु नौ गुनी दूर जायगी और इसी रीति से आगे भी॥

इस से तुम समझ गये होगे कि जो तोप का गोला इतने बल से छूटेगा कि उसकी फुर्ती दो गुनी हो तो वह चौगुना काम करेगा। तोप के गोले का काम एक तो इस रीति से जाना जा सकता है कि जब वह आकाश की ओर छूटे तो देख लिया कि कितनी दूर ऊंचा गया। दूसरी विधि यह है कि लकड़ी के तख्ते लेकर आगे पीछे खड़े करो और उन पर गोला मार कर देखो। जो गोला इतने बल से छूटेगा कि उसकी फुर्ती दो गुनी हो वह लगभग चौगुने तख़्तों को तोड़ कर

निकल जायगा और जो तीन गुनी फुर्ती से छूटेगा नौ गुने तख्तों को फाड़ कर गुजर जायगा। निदान ! जो गोला दो गुनी फुर्ती के बल से छूटेगा वह एक गुनी फुर्ती के गोले से चार गुनी हानि करेगा और उसके काम करने की शक्ति का परिमाण किसी रीति से करो फल यही निकलेगा कि उस में एक गुनी फुर्ती के गोले की अपेक्षा काम करने की चार गुनी शक्ति है॥

३९ स्थिरता की दशा में काम करने की शक्ति—यह तो सब पुरुष जानते हैं कि जो पदार्थ अधिक शीघ्रता से गति कर रहा है। उस में काम करने की अधिक शक्ति होती है। परन्तु जो पदार्थ स्थिर होते हैं प्रायः उन में भी काम करने की शक्ति हुआ करती है। पुरुषों में भी तो ऐसा होता है एक पुरुष यद्यपि मौन ब्रत धारे चुपका बैठा हो परन्तु फिर भी उस में काम करने का बल अथवा शक्ति बहुत हो और यदि वह काम करने के लिये

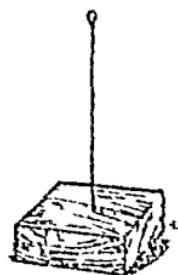
प्रतिज्ञा कर ले तो बहुत सा काम कर लेवे। अनुमान करो कि दो पुरुष एक तुल्य बल के हैं और पत्थरों से खड़े लड़ रहे हैं। दोनों के पास पत्थरों का एक ढेर है परन्तु उन में एक तो पृथिवी पर है दूसरा कोठे पर खड़ा है। अब यदि कोई तुम से पूछे कि तुम्हारी मति में इन दोनों में से कौनसा जीतेगा तो तुम तत्क्षण कह दोगे कि जो कोठे पर खड़ा है। अब यदि कोई तुम से पूछे इसका कारण क्या है वह कौनसी बात में दूसरे से अधिक है? बात यह है कि यदि बल अथवा शक्ति में दोनों एक तुल्य हैं परन्तु भेद यह है कि जो पुरुष कोठे पर खड़ा लड़ रहा है उसके पत्थरों में अधिक शक्ति है क्यों? इस कारण से कि वह ऊपर है और दूसरे के पत्थर नीचे हैं इस से सिद्ध हुआ कि कोठे वाले पत्थरों में इस कारण से काम करने की शक्ति अधिक हो गई कि वह ऊंचे स्थान पर से नीचे आते हैं। इस में तो सन्देह नहीं छत के पत्थरों में काम करने की शक्ति उपस्थित है चाहे उस से कोई

बुरा काम लें जैसे किसी का सिर फोड़ देना हानि पहुंचाना; चाहे अच्छा काम लें जैसे स्तम्भ को पृथिवी में गाड़ना। इसी रीति से अनुमान करो दो पन चक्कियां हैं जिन को सरोवरों का पानी अपने बल से चलायगा। उन में से एक सरोवर तो अपनी पनचक्की से ऊंचा है और दूसरा नीचा। भला अब बताओ तो सही उन दोनों पनचाक्कियों में से कौनसी पनचक्की चलेगी। तुम निस्सन्देह उत्तर दोगे कि जिस के पानी का स्थिति स्थान ऊंचा है क्योंकि जब ऊपर से पानी पड़ेगा तो पनचक्की चलेगी। इस से पता लग गया कि जिस पानी का स्थिति स्थान ऊंचा होता है उस से बहुत काम निकल सक्ता है कहीं पानी के बल अन्न पीसा जाता है कहीं धान छड़े जाते हैं कहीं आरे चलते हैं और तखते चीरे जाते हैं। निदान! पानी के बल से यन्त्र चलाकर अनेक प्रकार के काम लेते हैं परन्तु यदि पानी का स्थिति स्थान

ऊंचा न हो परन्तु नीचा हो तो उस से कुछ काम नहीं ले सक्ते ॥

अब एक चक्की तो पानी के बल से चलती है और दूसरी वायु के बल से। आओ इन दोनों को एक दूसरे से मिलायें और देखें इन में क्या भेद है। जब वायु चलता है तो उसकी वही अवस्था होती है जो तोप के गोले की होती है यद्यपि वह इतनी शीघ्रता से नहीं चलता जितनी फुर्ती से गोला जाता है। वायु में भी अस्थिर पदार्थों की न्यायीं काम करने की शक्ति होती है। देखो वायु पवन चक्की के पंखों पर लग कर उनको अपने बल से फिराता है और यदि शीघ्र चलते हुए वायु में एक पर या तिनका उछाल दें तो उसको उड़ा कर कहीं का कहीं ले जाता है परन्तु पनचक्की एक रीति से पवन चक्की की अपेक्षा अच्छी है क्योंकि यदि पन चक्की के पानी का स्थिति स्थान ऊंचा और पानी से भरा हुआ हो तो जब जी चाहे डाट

खोल दें पानी गिरने लगेगा और उसी समय पन-चक्की चलने लगेगी। फिर जब जी चाहा बन्द कर दिया। पवन चक्की में यह बात कहां। उसका चलना और न चलना वायु के द्वारा है और वायु का चलना वा चलाना हमारे वश में नहीं है। जब तक वायु न चले हाथ पर हाथ धरे बैठे रहो परन्तु पनचक्की में यह विशेषता है कि शक्ति का भण्डार हमारे वश में है। जिस समय मन चाहे उसका स्थिति स्थान खोल दिया चक्की चलने लगी। जब स्थिति स्थान बन्द कर दिया बन्द होगई। अभि-प्राय यह है कि जो पदार्थ गति कर रहा है उसका बल तो ऐसे रुपये की न्यायीं है जो हमारे हाथ में है और हम उसे व्यय (खरच) कर रहे हैं। पानी के ऊंचे सरोवर वा और किसी पदार्थ की शक्ति जो ऊंचाई पर है उस रुपये की न्यायीं है जो कोष (भाण्डागार) में एकत्र किया हुआ है जब आवश्यकता हुई मंगा लिया॥

———

थरथराने वाले पदार्थ ॥

४० शब्द—जो पदार्थ अपना स्थान परिवर्तन कर रहा है वह निस्सन्देह गति की अवस्था में है परन्तु इस से यह नहीं समझना चाहिये कि जो पदार्थ गति कर रहा है उसका सारा शरीर ही अपना स्थान परिवर्तन कर रहा है। देखो लट्टू जो बड़ी फुर्ती से फिर रहा है वह गति तो निस्सन्देह कर रहा है परन्तु है एक ही स्थान पर ॥

परीक्षा २३—यह एक लोहे का तार है। उस का एक सिरा लकड़ी के टुकड़े में इस रीति से लगा हुआ है कि तार सीधा खड़ा है। उसके ऊपर के सिरे पर कोई वस्तु मारो, देखो तार के ऊपर का सिरा कैसी फुर्ती से इधर उधर गति कर रहा है सारा तार अपना स्थान नहीं बदलता जब किसी ऐसे तार के अवयव आगे पीछे हिलते हैं तो उसको हम कम्पन अथवा थरथराहट कहते हैं।

इसी रीति से जब घण्टा या ढोल बजाते हैं या किसी बाजे की तार को एक ओर खेंच कर छोड़

३९ वां चित्र

देते हैं तो उनके अवयव भी थरथराने लगते हैं। जो पदार्थ एक स्थान से दूसरे स्थान को गति करता है उस में तो काम करने की शक्ति होती ही है परन्तु थरथराने वाले पदार्थों में भी होती है। ऐसे पदार्थों के अवयव एक ओर से दूसरी ओर फुर्ती से गति करते हैं यहां तक कि तुम उनको ठहराना चाहो तो उन से निस्सन्देह हानि पहुंचेगी और जो वस्तु उनके बीच में आयगी वा उनका विरोध करेगी उसको वह निस्सन्देह हानि पहुंचायेंगे। यथा वायु जो उनकी गति का संहार करता

है उसे वह धक्का लगाते हैं। तार भी जो गति कर रहा है जब उसका ऊपर का सिरा हिलता हुआ पीछे हट कर अपने स्थान पर आता है तो हर बार वायु को एक धक्का लगाता है। निदान हर थरथराने वाला पदार्थ वायु को थोड़ी देर में बहुत से धक्के लगाता है परन्तु वायु भी धक्का खाकर चुपका नहीं हो रहता वह यह धक्का अपने निकट के वायु को पहुंचाता है और फिर यह वायु अपने निकट के वायु को। इस रीति से पहुंचते २ वह धक्का जो तार ने अपने निकट के वायु को दिया था बहुत दूर तक पहुंच जाता है और अन्त में हमारे तुम्हारे कानों तक पहुंच जाता है। यह धक्का हमारे कान के परदे पर इतने बल से नहीं लगता कि हम उस के बल से गिर पड़ें इसलिये हम अपनी वार्तालाप में कभी उसको धक्का नहीं कहते परन्तु यह कहा करते हैं कि हमारे कानों में शब्द आया और निस्सन्देह हम को एक शब्द सुनाई दिया करता है॥

४१—कोलाहल अथवा धमाका क्या है और मधुर स्वर क्या। यदि कोई पदार्थ अपने निकट की वायु को केवल एक धक्का बड़े बल से देवे जैसे गोला जब तोप से छूटता है तो वायु उस एक ही धक्के को हमारे कान तक पहुंचाता है और उसको हम यह कहा करते हैं कि हम ने धमाका सुना और यदि वह पदार्थ वायु को बहुत से धक्के अनियत समय पर लगाय तो वायु भी बहुत से धक्के अनियत समय पर हमारे कान तक पहुंचायगा। इस अवस्था में यह कहेंगे कि हम ने शोर सुना। परन्तु यदि वह धक्के पहुंचाने वाला पदार्थ थरथरा रहा है और वायु को एक सैकण्ड में बहुत से छोटे छोटे धक्के नियमित समयों पर दे तो वायु भी उतने ही धक्के हर सैकण्ड में हमारे कान तक नियमित समयों पर पहुंचायगा और हम कहेंगे कि हम ने मधुर स्वर सुना सो शोर और मधुर स्वर में भेद यह है कि शोर तो धक्कों के अनियमित समयों पर

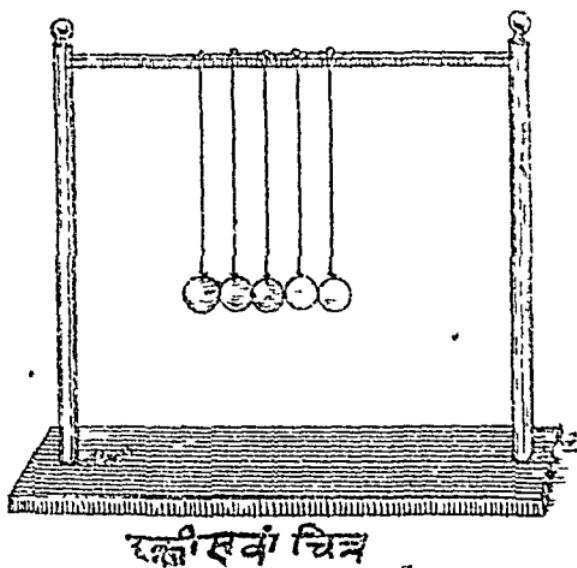
पहुंचने से उत्पन्न होता है और मधुर स्वर बहुत से छोटे २ धक्कों के नियमित समयों पर पहुंचने से होता है। इस से यह जान लो कि यदि थरथराने वाला पदार्थ वायु को एक सैकण्ड में थोड़े ही धक्के देगा तो हमारे कान को भी उस समय में उतने ही धक्के पहुंचेंगे और यह नीचा या मध्यम स्वर होगा परन्तु यदि वह पदार्थ बहुत बल से थरथरा रहा है और वायु को एक सैकण्ड में शीघ्रता से बहुत से धक्के पहुंचा रहा है तो निस्सन्देह हमारे कान को भी उतने समय में उतने धक्के पहुंचेंगे और हम को ऊंचा या पञ्चम स्वर सुनाई देगा। अब तुम्हारी समझ में आ गया होगा कि मध्यम स्वर तो वह है जो एक सैकण्ड में हमारे कान के परदे पर थोड़े धक्कों के पहुंचने से प्रतीत हो और पंचम वह है जो उतने समय में बहुत से धक्के पहुंचने से सुनाई दे यथा वायु को यदि एक सैकंड में बीस हज़ार धक्के पहुंचें तो बहुत ऊंचा स्वर

निकलेगा और पचास धक्के पहुंचें तो बहुत नीचा ॥

४२ शब्द भी काम कर सक्ता है—मधुर स्वर मन को अच्छा प्रतीत पड़ता है परन्तु कोलाहल या धमाका मन को प्रतिकूल प्रतीत पड़ता है। यदि बहुत ऊंचा हो तो कभी २ उस से कानों को हानि भी पहुंचती है यहां तक कि कान के परदे फट जाते हैं और पुरुष बधिर होजाता है। यदि कोई बहुत बड़ी तोप छूटे तो सम्भव है कि उस से कान को इतना धक्का पहुंचे कि पुरुष बधिर होजाय और यदि यही धक्का किवाड़ के शीशों पर पहुंचे तो वह भी टूट जायें। कभी २ ऐसा हुआ है कि बारूद का मैगज़ीन उड़ने से आस पास के दरवाज़ों और खिड़कियों के शीशे चूर २ हो गये। इस से तुम ने समझ लिया होगा कि बल वाले ऊंचे शब्द में कुछ शक्ति होती है और वह काम भी कर सक्ता है परन्तु अधिकतर ऐसा काम जिससे हानि होती है॥

४३ शब्द के स्थान से दूसरे स्थान पर पहुंचने के लिये वायु का होना आवश्यक है

परीक्षा ३४—अब हम एक ऐसे स्थान पर घण्टा बजा कर देखते हैं जहां वायु किञ्चित् मात्र भी नहीं यथा एक ऐसे घट के अन्दर जिस से वायु निकाल लिया गया है। भला बताओ इस अवस्था में घण्टे का शब्द हम को सुनाई देगा या नहीं ? कदाचित् नहीं क्योंकि घण्टे के कणिक जो बजाने से थर-थरायेंगे वह अपना धक्का किसी वस्तु को न पहुंचा सकेंगे इसलिये कि उनके आस पास वायु नहीं है जो उनका धक्का ले सके सो उस घण्टे का शब्द हमारे कानों तक नहीं पहुंचेगा। बात यह है कि जब घण्टे या किसी और थरथराने वाले या कम्पने वाले पदार्थ पर चोट लगाई जाती है तो उस में कुछ बल या शक्ति उत्पन्न हो जाती है और वह उस शक्ति में से कुछ वायु को दे देता है फिर वायु उस में से कुछ हमारे कान के परदे पर पहुंचाता है

सो यदि वायु नहीं है तो जो शक्ति थरथराने वाले पदार्थ में आघात से पैदा हुई है उसको हमारे कान तक पहुंचाने के लिये कोई वस्तु नहीं रही ॥

४४ शब्द वायु में किस रीति से गुजरता है ऊपर के वर्णन से इस बात का पता लग गया है कि जब किसी थरथराने वाले पदार्थ पर कोई वस्तु मारते हैं तो उस के कणिक हिल कर अपनी चोट का धक्का आस पास की वायु को देते हैं और वायु इस धक्के को दूर दूर तक पहुंचाता है इसी को शब्द कहते हैं अब आओ कुछ इस की अवस्था पर ध्यान धरें ॥

जब कोस दो कोस पर तोप छूटे और तुम उस का शब्द सुनो तो यह न समझो कि वायु के जो कणिक उस तोप के पास थे वह ही तुम्हारे कान तक पहुंचते हैं ! यह बात नहीं है परन्तु यह होता है कि वायु के कणिक जो तोप के निकट होते हैं वह तोप से धक्का लेकर अपने पास के कणिकों को

पहुंचाते हैं और आप ठहर जाते हैं। फिर यह कणिक अपने पास के कणिकों को वही धक्का देकर आप वहीं ठहर जाते हैं। इसी रीति से यह धक्का आगे को चलता जाता है और पहुंचते २ हमारे कान तक पहुंच जाता है। इस का ठीक बृत्तान्त निम्नलिखित परीक्षा से अच्छे प्रकार से तुम्हारी समझ में आ-जायगा।

परीक्षा ३५ देखो इक्कीसवें चित्र में एक चौखटा सा खड़ा है और कई लचकदार गोलियां अलग २ डोरों से बंधी हुई ठीक एक पंक्ति में लटक रही हैं। डोर के बिना उन को और किसी वस्तु का सहारा नहीं है यद्यपि सब पास पास लटक रही हैं परन्तु एक दूसरे का विरोध नहीं करतीं अब प्रथम गोली को पंक्ति में से हटा कर उसी सीमा में छोड़ दो कि उसका धक्का दूसरी गोली पर पहुंचे। देखो पहिली गोली अपना धक्का दूसरी गोली को दे कर ठहर गई। दूसरी गोली तीसरी को धक्का पहुंचाकर अपने

स्थान पर ठहर गई फिर तीसरी गोली ने चौथी को धक्का पहुंचाया पर अपने स्थान से न हटी । इसी

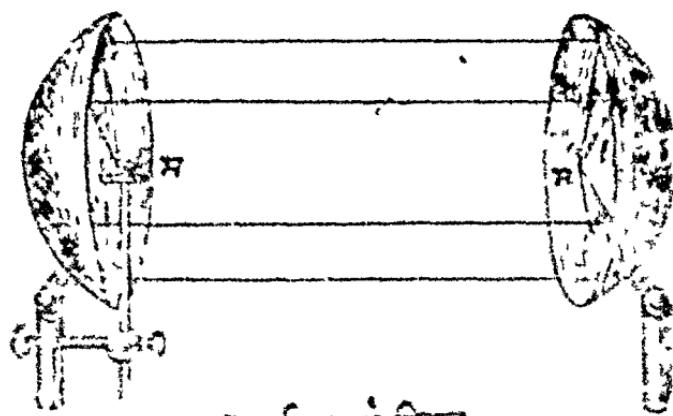
इक्कीसवां चित्र

रीति से जब वह धक्का अन्त की गोली पर पहुंचा तो वह उछल कर हिलने लगी सो अब यह समझ लो कि पहिली गोली तो वायु के वह कणिक हैं जो तोप के पास हैं और अन्त की गोली वह कणिक हैं जो हमारे कान के पास हैं और जिस रीति से पहिली गोली का धक्का अन्त की गोली तक पहुंच गया

और सब गोलियां अपने अपने स्थान पर ठहरी रहीं उसी रीति से तोप के गोले का धक्का भी उस के आस पास की वायु से हमारे कान तक आ पहुंचता है। यह आवश्यक नहीं है कि तोप के पास की वायु के कणिक आप उस को वहां से हमारे कान तक पहुंचायें ॥

अंग्रेज़ों में एक खेल होता है जिस को 'क्रिरोके' कहते हैं। यह लकड़ी के गेंदों और लम्बे दस्ते के मुगरी के आकार वाले बल्ले से खेला जाता है। इस में खेलने वाला पहिले अपने गेंद को पाद से अच्छी रीति से दबा लेता है और फिर उस को एक ओर से बल्ला मारता है। इस चोट से वह गेंद आप तो नहीं हिलती परन्तु अपना धक्का दूसरे खेलने वाले की गेंद को जो उस से लगी हुई पड़ी होती है इतने बल से पहुंचाती है कि वह लुढ़क कर दूर जा पड़ती है। यह भी उसी बात का उदाहरण है जो गोलियों की पंक्ति से ऊपर की परीक्षा से सिद्ध हुई है ॥

४५ शब्द की शीघ्रता का परिमाण--वायु के उस धक्के को जिसे हम शब्द कहते हैं तोप से हमारे कान तक पहुंचने में कुछ समय निस्सन्देह लगता है। सचमुच वह इतना शीघ्र आता है कि उस की शीघ्रता बन्दूक की गोली की शीघ्रता के समान होती है परन्तु इस पर भी तोप से निकलकर हमारे कान में नहीं आजाता ॥

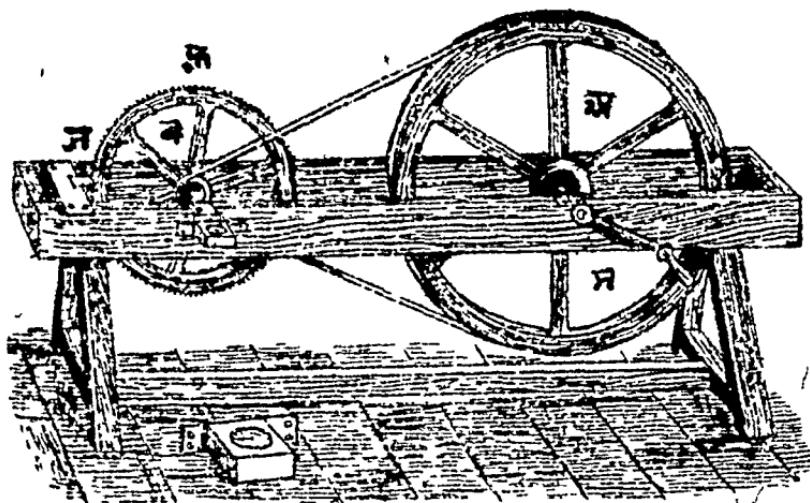
तुम ने देखा होगा कि जब कोई तोप दूर चलाई जाती है तो पहिले बारूद की चमक और धूंएं की घटा सी उठती दिखाई देती है। फिर दो चार पल के उपरान्त उस का शब्द कान में पहुंचता है। यह दो चार पल का समय वही है जो शब्द को तोप के पास से चल कर हमारे कान तक आने में लगता है। तोप जिस समय चलाई जाती है उसी समय उस की चमक दिखाई देती है। पस चमक दिखाई देने के समय से शब्द कान में पहुंचने तक जो समय व्यतीत होता है उस से पता लग सक्ता है कि शब्द

को तोप से कान तक पहुंचने में कितनी देर लगी। अनुमान करो कि तोप तुम से ग्यारह हज़ार फुट के अन्तर पर थी और जब उस के चलने का चमकारा हुआ उस समय से शब्द आने तक देखा कि दस सैकण्ड व्यतीत हुए। इस से सिद्ध हो गया कि दस सैकण्ड में शब्द वायु के भीतर ग्यारह हज़ार फुट चला अर्थात् उस ने हर सैकण्ड में ग्यारह सौ फुट चले और है भी इसी रीति से। शब्द की चाल ११०० फुट के लगभग हर सैकण्ड में है॥

वायु की अपेक्षा पानी में शब्द बहुत शीघ्र चलता है। यूरुप में जैनवा झील पर इस बात की जो परीक्षा की गयी थीं उन से सिद्ध हुआ है कि शब्द की शीघ्रता पानी में वायु की अपेक्षा चौगुनी के लगभग होती है। लकड़ी या लोहे में शब्द इस से भी अधिक शीघ्रता से गुज़रता है यथा लकड़ी के अन्दर वायु की अपेक्षा कम से कम दस गुनी और अधिक से अधिक सोलह गुनी फुर्ती से चलता

है सो यदि लकड़ी की वल्लियां दो मील तक लगातार एक दूसरे से मिली हुई एक पंक्ति में रक्खी हों तो शब्द उन सब में एक सैकण्ड के अन्दर गुजर जायगा।

४६ प्रतिध्वनि अर्थात् प्रतिनाद—यदि हम किसी ऐसे स्थान के अन्दर खड़े हों जो गोल या अंडाकार हो और उस के चारों ओर पर्वतों के ऊंचे २ टीले हों और वहां से तोप छोड़ें तो उसका शब्द उन टीलों की ओर जाकर टकरायगा और जब वहां से परे न जासकेगा तो उलट कर वापस आयगा और इस विशेष अवस्था में ठीक उसी रास्ते से आयगा जिस से गया था और आते जाते उस की शीघ्रता वही ग्यारह सौ फुट हर सैकण्ड में रहेगी सो यह होगा कि तोप छूटने के किंचित सैकण्ड के उपरान्त हम वही शब्द जो टीलों से टकराकर हटा है उसी रीति से सुनेंगे जैसा कि कोई दूसरी तोप छूटी। इस शब्द को प्रतिध्वनि अर्थात् प्रतिनाद कहते हैं। इस से प्रतीत हुआ

कि जब प्रतिध्वनि सुनाई देती है तो शब्द किसी टीले, दीवार वा और विरोध करने वाले पदार्थ से टकराता है और वहां से पीछे हट कर हमारे कान में आता है परन्तु हर अवस्था में यह नहीं होता कि जिस मार्ग से वह गया था उसी मार्ग से उलटा फिरे। इस बात का होना और न होना उस विरोध करने वाले पदार्थ के आकार के पराधीन है जिस से वह शब्द टकराता है। बाईसवें चित्र के उपकरण से इस प्रकार की एक आश्चर्यमय परीक्षा हुआ करती है। इस में दो प्रतिबिम्ब के उत्पादक

बाईसवां चित्र

कटोरे एक दूसरे से कुछ दूर आमने सामने धरे हैं। उन में एक ऐसा स्थान है जो किरणकेन्द्र कहलाता है। ऊपर के चित्र में यह स्थान अक्षर 'म' से दिखाया गया है। अब यदि एक के किरणकेन्द्र पर घड़ी रक्खें और दूसरे के किरणकेन्द्र पर कान लगाकर सुनें तो घड़ी की खटखट दूसरी ओर कान में ऐसे अच्छे प्रकार से सुनाई देगी जैसा कि घड़ी कान के पास ही धरी है। इस का कारण यह है कि जो धक्के घड़ी से वायु को पहुंचते हैं वह बाईं ओर के कटोरे में आकर टकराते हैं और वहां से पीछे हट कर उस दिशा को जाते हैं और वहां दूसरे कटोरे में आकर लगते हैं और यहां से पीछे हट कर दायें कटोरे के किरणकेन्द्र में एकत्र हो जाते हैं। यह सब बातें बाईसवें चित्र से पता लग जाती हैं। शब्द की इस विशेषता से परीक्षा तो बड़ी आश्चर्यमय होती है परन्तु संसार के कामों में कभी २ इस बात से बड़ा दुःख उत्पन्न हुआ है यथा 'सिसली' द्वीप के 'जिरजण्टी' नगर में एक बड़ा गिरजाघर है

उस के विषय में एक बात लिखी हुई है कि यदि उस के पश्चिम द्वार पर कोई पुरुष चुपके से भी किसी के कान में कुछ बात कहता है तो दूसरे सिरे पर जो उपासना का स्थान है वहां तक सुनाई देती है। इस गिरजे के पश्चिम द्वार के अन्दर ही वह स्थान था जहां अपराधी अपने अपराध और पापों को चुपके २ महन्त के कानों में स्वीकार किया

'लण्डन' में 'सेंटपाल' के गिरजे में यदि गुम्मज़ के एक कोने में कुछ बात धीरे से कहते हैं तो दूसरे कोने में जो बहुत दूर है झट सब सुनाई दे जाती है ॥

४७ यह जानने की विधि कि एक विशेष स्वर उत्पन्न करने के लिये एक सैकण्ड में वायु को कितने धक्के पंहुचते हैं—पाहिले वर्णन हो चुका है कि जब कोई थरथराने वाला पदार्थ एक सैकण्ड में वायु को थोड़े धक्के देता है तो नीचा स्वर उत्पन्न होता है और जब बहुत से धक्के देता है तो ऊंचा स्वर निकलता है । निदान ! जितने धक्के वायु को एक सैकण्ड में दिये जायें उसी के ऊपर स्वर का ऊंचा नीचा होना नियत है । यह बात हम परीक्षा से पता लगा सक्ते हैं कि कोई विशेष स्वर एक सैकण्ड में कितने धक्के लगाने से उत्पन्न होता है । इस का व्यवहार तेईसवें चित्र से तुम अच्छी रीति से समझ लोगे । इस चित्र में दायें

ओर 'अ' एक चक्र है जो दारु मुष्टि (दस्ते) के द्वारा फिरता है। इस चक्र के घेरे पर एक पक्का तसमा

तेईसवां चित्र

चढ़ा हुआ है जो चक्र 'व' की धुरी पर से गुजरता है। उस से यह होता है कि जब बड़ा चक्र दस्ते फिराने से एक बार फिरता है तो उस तसमे के द्वारा दूसर चक्र की धुरी कई बार फिर जाती है और उस क साथ वह चक्र भी उतन वार फिरता है। निदान!

इस रीति से चक्र 'ब' को अत्यन्त शीघ्रता से फिरा सकते हैं। चित्र के देखने से प्रतीत होगा कि चक्र 'ब' पर चारों ओर छोटे २ दन्दाने हैं और पुस्तक के पठ्ठे की न्याईं मोटे कागज़ का एक टुकड़ा 'ज' के स्थान पर इस रीति से रक्खा गया है कि वह चक्र 'ब' के दन्दानों से लगा हुआ है। निदान! चक्र जब फिरता है तो उस का प्रत्येक दन्दाना गुजरते समय पठ्ठे के टुकड़े पर लगता है और हर बार जब उस पठ्ठे पर दन्दाना लगता है तो उस से शब्द निकलता है क्योंकि वह पठ्ठा वायु को एक धक्का देता है॥

सो यदि चक्र 'ब' में सौ दन्दाने हों तो जितने समय में वह एक बार फिरेगा वायु को सौ धक्के पहुंचेंगे और यदि वह चक्र एक सैकण्ड में एक बार फिरेगा तो एक सैकण्ड में वायु को सौ धक्के पहुंचेंगे और उन से सौ वार शब्द हमारे कान में पहुंचेगा परन्तु प्रत्येक शब्द का पृथक् पृथक् पता न लग सकेगा। केवल एक निरन्तर नीचा स्वर सुनाई देगा।

हम चाहें तो बड़े चक्र के दस्ते को इतनी शीघ्रता से फिरा सक्ते हैं कि छोटा चक्र एक सैकण्ड में सौ बार फिरे और चूंकि वह अपने एक बार फिरने से पट्टे पर सौ चोटें लगायगा इस लिये उस पर एक सैकण्ड में १००×१०० अर्थात् १०००० चोटें लगेंगी, सो हमारे कान में एक सैकण्ड के अन्दर दस हज़ार छोटे छोटे धक्के पहुंचेंगे और उन से हम को एक निरन्तर ऊंचा स्वर अर्थात् शीघ्र शब्द सुनाई देगा ॥

यदि तुम यह पता लगाना चाहते हो कि किसी विशेष स्वर के उत्पन्न करने के लिये वायु को एक सैकण्ड में कितने धक्के पहुंचते हैं तो यह करो कि दस्ते के द्वारा बड़े चक्र को शीघ्रता से फिराये जाओ यहां तक कि छोटे चक्र के दन्दाने पट्टे पर लग कर वैसा ही स्वर निकालें। जब तुम को उस स्वर के समान चक्र की फुर्ती पता लग जाय तो थोड़ी देर तक अर्थात् एक दो मिंट तक उस को इसी चाल से फिराते रहो ॥

चक्र 'ब' में एक और यन्त्र लगा होता है जो घड़ी के डाइल (अङ्क चक्र) की न्यायीं होता है और इस में भी चारों ओर दरजे बने हुए होते हैं और बीच में सुई फिरती है। तेईसवें चित्र में इस यन्त्र को बड़ा बनाकर नीचे की ओर पृथक् बना दिया गया है। इस घड़ी से पता लग जाता है कि जब से तुम ने बड़े चक्र को फिराना आरम्भ किया है। छोटे चक्र के दन्दानों ने पट्ठे के टुकड़े पर कितनी चोटें लगाई हैं। जब तुम किसी विशेष स्वर के धक्कों की संख्या पता लगाने के लिये बड़े चक्र के दस्ते को उसी स्वर की समान चाल से फिरा रहे हो तो कोई दूसरा पुरुष यह देखता रहे कि सुई स्वर के उत्पन्न होने के समय किस स्थान पर थी और उस से एक मिंट पीछे किस स्थान पर आ गई है। अनुमान करो वह यह पता लगाय कि उस एक मिंट में छोटे चक्र के दन्दाने पट्ठे पर साठ हज़ार बार लगे हैं तो एक सैकण्ड में एक हज़ार धक्के लगे। इस से तुम को पता लग जायगा कि जो स्वर तुम

ने सुना है वह उसके समान है जो वायु को एक सैकण्ड में एक हज़ार धक्के पहुंचाने से उत्पन्न होता है ॥

उष्ण पदार्थों का वर्णन ।

४८ ताप क्या वस्तु है ? तुम पढ़ चुके हो कि जो पदार्थ निस्सन्देह गति कर रहा है उसके विषय में यह कहना ठीक है कि उस में काम करने की शक्ति है और यही अवस्था उस पदार्थ की होती है जो थरथराता है । इसके उपरान्त तुम को यह भी पता लग गया होगा कि थरथराने वाला पदार्थ अपनी थरथराहट के द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान को नहीं जाता । उसका सारा आयतन तो अपना स्थान नहीं बदलता है परन्तु उसके भिन्न २ अवयव आगे पीछे निरन्तर गति किया करते हैं ॥

अब कुछ उष्ण पदार्थों के वृत्तान्त पर भी ध्यान करो। प्रथम तो यह देखना चाहिये कि ताप अथवा उष्णता वास्तव में क्या वस्तु है ? आओ इस बात को जानने के लिये लोहे का एक गोला अग्नि में डालें और जब वह उष्ण होते २ श्वेत हो जाय तो अग्नि से निकाल कर तुला में तोलें और ठंडा होने दें। अब यदि उष्णता कोई ऐसी वस्तु है जो उस में चली गई है तो निश्चय है कि वह जितना ठण्डा होता जायगा उतना हलका पड़ता जायगा परन्तु यदि यह परीक्षा ठीक २ की जाय तो पता लग जायगा कि वह गोला ठण्डा पड़ने से बोझ में कुछ कम नहीं हुआ सो सिद्ध हो गया कि ताप कुछ ही वस्तु क्यों न हो जब किसी पदार्थ के अन्दर होता है तो उस से वह पदार्थ किञ्चित् भी भारी नहीं हो जाता॥

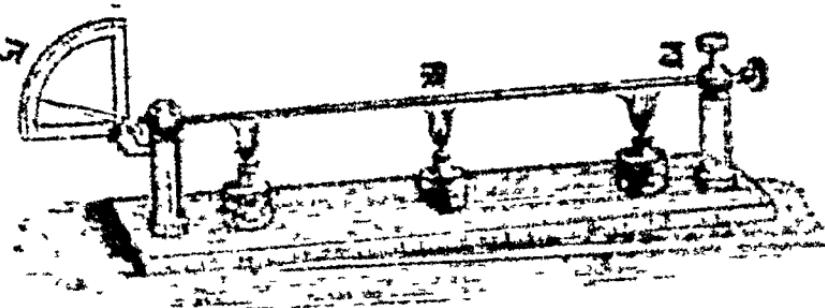
यदि तुम किसी पुरुष को एक ऐसी तुला में तोलो जिस में थोड़ा सा भेद भी झट पता लग जाय और जब वह पुरुष पूरा कांटे की तोल तुल

जाय उसके कान में थोड़ा सा पानी डाल दो तो निस्सन्देह अब उसका बोझ पहिले से भारी हो जायगा परन्तु यदि उसके कान में जल के स्थान शब्द डाल दो तो क्या उसके अन्दर जाने से भी उसका बोझ अधिक हो जायगा नहीं कुछ भी नहीं। शब्द उस पुरुष के कान के परदे पर धक्का देकर परदे को थरथरायेगा और उस से उसको शब्द सुनाई देगा ! शब्द कान के अन्दर जाने से उस पुरुष का बोझ कुछ भा न बढ़गा । बात यह है कि जब किसी के कान में पानी भरा जाता है तो उस में शरीरवान् वस्तु डाली गई है जिस से बोझ बढ़ जाता है परन्तु शब्द केवल एक गति है जो कान के अन्दर जाकर परदे पर थरथराहट उत्पन्न करता है और पदार्थ का कुछ बोझ नहीं बढ़ाता । सो आश्चर्य क्या है कि उष्ण किये हुए पदार्थों में भी कुछ ऐसी ही अवस्था होती हो ॥

जब किसी पदार्थ के भीतर उष्णता चली जाती है तो आश्चर्य नहीं कि वह भी केवल एक

थरथराहट उत्पन्न करने वाली गति ही हो जिस से पदार्थ के अवयव आगे से पीछे और पीछे से आगे की ओर गति करते रहते हों और इस से पदार्थ के बोझ में कुछ भी भेद नहीं आता ॥

इस अनुमान के ठीक होने के लिये बड़ी २ युक्तियें उपस्थित हैं कि उष्णता निस्सन्देह थरथराने वाली गति ही होती है । जब कोई पदार्थ उष्ण किया जाता है तो उसके बहुत ही छोटे २ अवयव या तो आगे पीछे गति करते रहते हैं या इधर उधर फिरते रहते हैं परन्तु यह कणिक बहुत ही छोटे२ होते हैं और बड़ी फुर्ती से गति करते हैं इस कारण से नेत्र को दिखाई नहीं देता कि होता क्या है ॥

तुम यह कहोगे कि यदि उष्ण पदार्थों के अवयव बड़ी शीघ्रता से गति करते हैं तो उन में से शब्द क्यों नहीं निकलता ? और जिस रीति से अन्य थरथराने वाले पदार्थ अपनी आस पास की वायु को धक्के देते हैं उसी रीति से उष्ण पदार्थ भी

अपनी आस पास की वायु को छोटे २ धक्के क्यों नहीं पहुंचाते ? इस का उत्तर यह है कि उष्ण पदार्थ उस वस्तु पर जो उन के आस पास फैल रही है निस्सन्देह निरन्तर धक्के पहुंचाते हैं यद्यपि उन धक्कों का प्रभाव कान पर नहीं होता परन्तु नेत्र पर होता है और उस से हमें ज्योति का पता लगता है। अब तुम जान गये होगे कि बजने वाले पदार्थ यथा घंटे और तप्त पदार्थ यथा उष्ण गोले में जो उष्ण होकर श्वेत पड़ गया है कितनी सदृशता है। दोनों के अवयव बड़ी फुर्ती से गति करते हैं। जिस रीति से घंटे के कणिक अपनी आस पास के वायु को धक्के देते हैं और वह वायु उन धक्कों को हमारे कान तक पहुंचाता है उसी रीति से उष्ण गोले के कणिक भी उस वस्तु को जो उस के आस पास फैला हुआ है निरन्तर धक्के देते हैं और यह धक्के उस वस्तु के द्वारा हमारी आंख में पहुंचते हैं और हम को ज्योति का पता लगता है। जब हम ने थरथराने वाले पदार्थों से परीक्षायें की थीं

तो कानों से काम लिया था परन्तु जब अच्छी रीति से उष्ण किये हुए पदार्थों से परीक्षा करते हैं तो आंख से काम लेते हैं। इन दो विषयों के दो २ भाग हैं। थरथराने वाले पदार्थों के विषय में प्रथम तो हम आप उन पदार्थों ही की अवस्था पर ध्यान करते हैं कि वह कितनी शीघ्रता से और किस रीति से थरथराते हैं और दूसरे जो शब्द उन स उत्पन्न होता है वह किस शीघ्रता से वायु में एक स्थान से दूसरे स्थान को जाता है। इसी रीति से उष्ण किये हुए पदार्थों के लिये प्रथम तो उन पदार्थों का स्वभाव पता लगना चाहिये फिर दूसरी बात यह कि ज्योति और उष्णता की किरणें जो उन में से उत्पन्न होती हैं वह वायु के अन्दर किस फ़ुर्ती से चलती हैं॥

४९ उष्ण होकर पदार्थों का फैलना—

जब कोई पदार्थ उष्ण किया जाता है तो वह फैल जाता है अर्थात् हर ओर बढ़ जाता है। इस के

सिद्ध करने के लिये ठोस, द्रव पदार्थ और गैस पदार्थों को उष्ण करके देखते हैं ॥

परीक्षा ३६—धातु का एक लम्बा डंडा लो और जैसा कि चौवीसवें चित्र में दिखाया गया है उस का एक सिरा 'व' पेच के द्वारा अच्छे प्रकार से कस दो और दूसरा सिरा खुला रहने दो कि वह फैल सके। जब डंडा फैलने लगेगा तो वह सूई 'ज' के एक सिरे को दबायगा और उस से

चौबीसवां चित्र

सूई का दूसरा सिरा ऊंचा होगा। सो इस विधि से इस डंडे का फैलना सहज में पता लग जायगा

क्योंकि यदि वह कुछ भी आगे बढ़ेगा तो सुई झट ऊंची होकर बता देगी ॥

अब इस डंडे के नीचे दो तीन लम्प जला कर रक्खो इस लिये कि वह उष्ण होजाय । थोड़ी देर में डंडा उष्ण होकर बढ़ने लगेगा और सुई को दबायगा । इस से सुई ऊपर उठने लगेगी ! फिर यदि लम्पों को नीचे से हटा लोगे तो डंडा ठंडा पड़ जायगा और थोड़ी सी देर में सुई फिर अपने प्रथम स्थान पर उतर आयगी ॥

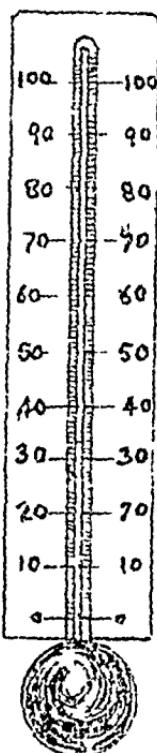
परीक्षा ३७—यह एक शीशी है जिस के गले में एक पतली नली लगी हुई है। शीशी में पानी भर कर यदि इसे उष्ण करोगे तो धीरे २ शीशी उष्ण होती जायगी पानी फैल कर नली में चढ़ता जायगा यद्यपि उष्णता से फैलेंगे तो पानी और शीशी दोनों, परन्तु शीशी कम फैलेगी और पानी अधिक। इस लिये पानी बल करके नली में चढ़ जायगा । जब पानी उष्णता पाकर फैलेगा तो

इतना बल करेगा कि यदि नली में शून्य स्थान न होता और शीशी बन्द होती तो तोड़ कर निकल जाता ॥

परीक्षा ३८—आओ अब एक और परीक्षा करें। यह एक फुकना है। इस के $\frac{2}{3}$ (दो तिहाई) भाग में वायु भरा हुआ है इसे हेर फेर करके इस रीति से अग्नि में उष्णता पहुंचाओ कि जल न जाय। थोड़ी देर में देखोगे कि उस के अन्दर का वायु फैल गया और फुकना वायु से भर गया है ॥

५० तापमिति अथवा उष्णता मापक का वर्णन—ऊपर की परीक्षाओं से तुम्हारी समझ में आ गया होगा कि उष्णता हर वस्तु को थोड़ा अधिक फैला देती है चाहे वह ठोस हो चाहे द्रव पदार्थ चाहे गैस। अब इस स्थान पर हम पारे को उष्ण करते हैं। देखें इस की क्या अवस्था होती है। देखो यह छोटी सी शीशी है जिस में एक पतली नली लगी हुई है। इस में पारा भरा हुआ है।

अब यदि इस को उष्णता पहुंचाओगे तो पारा पानी की न्यायीं फैल कर नली में ऊपर तक चढ़ जायगा। इस अवस्था में उष्णता से निस्सन्देह दोनों पदार्थ फैले एक तो शीशी दूसरा पारा। अब यदि तुम शीशी को ठीक २ मापोगे तो पता लग जायगा कि जब वह ठंडी थी तो छोटी थी। उष्ण होकर कुछ बढ़ गई है परन्तु इस उष्णता से शीशी तो थोड़ी ही सी अधिक हुई है पारा बहुत अधिक होगया है। इस लिये शीशी और नली में जहां तक पारा पहिले भरा हुआ था अब उतने प्रदेश में नहीं समाया और नली में मार्ग पाकर दूर तक चढ़ गया चूंकि नली बहुत पतली है इस कारण से जब पारा थोड़ा ही फैलेगा तो दूर तक चढ़ जायगा और स्पष्ट दिखाई देगा कि वह बढ़ गया है। पारे की शीशी को थोड़ी देर हाथ की भी उष्णता पहुंचे तो उस का पारा तत्क्षण चढ़ जायगा। फिर यदि किञ्चित् शीतल वायु लगे तो झट उतर आयगा। इस प्रकार का उपकरण इस बात के जानने में बड़ा

काम देता है कि एक वस्तु दूसरी से उष्ण है या शीतल। यद्यपि पुरुष स्पर्श से जान सक्ता है कि कौन सी वस्तु अधिक उष्ण है कौन सी कम परन्तु यह बात हाथ की अपेक्षा ऐसे उपकरण के द्वारा अधिक ठीक २ पता लग जाती है। यदि इस प्रकार के उपकरण को किसी पानी के बर्तन में डिबो कर कुछ पल वहीं रहने दें तो पारा नली में उतर कर एक विशेष दरजे पर ठहर जायगा। इस स्थान पर अच्छी रीति से चिन्ह कर दो और उपकरण को निकाल कर एक और पानी के बर्तन में रक्खो। यदि यह पानी पहिले पानी से उष्ण है तो पारा उस चिन्ह से ऊपर चढ़ जायगा परन्तु यदि ठंडा है तो पारा चिन्ह से नीचे उतर आयगा निदान! इस रीति से नली में यह देख कर कि पारा कितनी ऊंचाई पर है हम तत्क्षण बता सक्ते हैं कि बर्तन का पानी दूसरे बर्तन के पानी से उष्ण है या शीतल। इस प्रकार के उपकरण को अंगल भाषा में थर्मामीटर और हिन्दी भाषा में

ताप मिति या उष्णता मापक कहते हैं। अब तुम्हें बताते हैं कि यह उपकरण किस रीति से बनाया जाता है ॥

५१--उष्णता--मापक के बनाने की विधि-जो लोग शीशियां बनाते हैं उन से एक ऐसी शीशी बनवाओ कि ऊपर तो एक पतली बहुत सूक्ष्म छिद्र वाली नली हो और नीचे एक खोखली गोली और नली का मुंह खुला हुआ हो। फिर इस शीशी को गोली की ओर से उष्ण करो। जिस प्रकार से अ-छतीसवीं परीक्षा में फुकने के अन्दर का वायु उष्णता से फैल गया था उसी रीति से इस गोली का वायु भी फैलेगा परन्तु क्योंकि नली का मुंह खुला हुआ है इस लिये वह वायु फैल कर नली के मार्ग से निकल जायगा। इस के पश्चात् जो वायु नली में शेष रहे उस के ठंडा होने से पहिले नली के मुंह को एक पारे से भरे हुए बर्तन में डबो दो। स्पष्ट है कि अब शीशी में पहिले की अपेक्षा वायु कम रह गया

क्योंकि उष्णता के कारण कुछ उस में से निकल चुका है। जो वायु शेष रहा है वह ठंडा पड़कर सुकड़ता जायगा और बाहिर के वायु के दबाओ से कुछ पारा नली में चढ़ जायगा और जो स्थान वायु से शून्य हो गया है उस में भर जायगा। उस का वही उदाहरण है जो जलोत्तोलन यन्त्र में पानी के चढ़ने के लिये भाग ३४ में पढ़ आये हो। निदान! इस रीति से बर्तन का

पच्चीसवां चित्र

थोड़ा सा पारा शीशी की गोली में जा पहुंचेगा॥

अब शीशी की गोली को जिस में कुछ पारा भरा हुआ है लम्प की लौ पर इस रीति से उष्ण करो कि गोली नली पारा सब उष्ण हो जायें। कुछ थोड़ी देर में पारा खौलने लगेगा और उसके वाष्प शेष वायु को भी अन्दर से निकाल देंगे। अन्त में

गोली और नली में पारे के वाष्प ही रह जायेंगे । जब यह अवस्था हो तो नली के खुले हुए सिरे को फिर पारे के बर्तन में डबो दो । अब चूंकि नली और गोली में वायु किञ्चित् मात्र नहीं रहा केवल पारे के वाष्प भरे हुए हैं । जब यह ठंडे पड़ कर जम जायेंगे तो नली में शून्य स्थान उत्पन्न हो जायगा और बर्तन का पारा बाहिर के वायु के दबाओ से चढ़कर नली और उस की गोली में भर जायगा निदान ! इस विधि से गोली और नली दोनों पारे से भर गईं । अब नली के ठंडा होने से पहिले उस के खुले हुए सिरे को पिगला कर बन्द कर दो इस लिये कि बाहिर का वायु अन्दर न जा सके । उपकरण में पारा भरने का काम तो समाप्त हुआ ॥

जब तापमिति की शीशी इस रीति से पारे से भर चुके तो ठंडा पड़ जाने के पश्चात् इस को कुटी हुई बर्फ में जो पिगल रही हो रक्खो । चूंकि बर्फ बहुत ठंडी होती है इस लिये नली का पारा उतर आयगा । यह बात पहिले भी वर्णन हो चुकी है कि

जब गोली ठंडी वस्तु में रक्खी जाती है तो पारे की
धार नीचे उतर आती है । जब बर्फ में रखने के
पश्चात् पारा नीचे आकर ठहर जाय तो पारे की धार
के सामने नली पर रेती से चिन्ह कर दो । जब
कभी इस उपकरण को पिगलती हुई बर्फ या किसी
और ऐसी ही शीतल वस्तु में रक्खोगे तो नली के
अन्दर पारे की धार का ऊपर वाला सिरा सदा
उसी स्थान पर आ जायेगा । जब यह स्थान पता
लग जाय तो सारी शीशी को नली सहित खौलते
हुए पानी में डिबो दो और उसकी उष्णता से पारा
नली में चढ़ जायगा उस पर भी उसी रीति से
चिन्ह कर दो । स्पष्ट है कि खौलते हुए पानी की
उष्णता से पारा बहुत फैल जायगा और इस से
उस की धार नली में बहुत ऊंची चढ़ जायगी । और
तुम को इस सूक्ष्म नली में दो स्थान पता लग गये
एक तो वह स्थान जहां शीशी को पिगलती हुई
बर्फ में रखने से पारा सदा नली के अन्दर उतर
आता है और दूसरा वह स्थान जहां खौलते हुए

पानी में रखने से चढ़ जाता है। आगे चल कर वर्णन किया जायेगा कि खौलते हुए पानी की उष्णता सदा ठीक एक समान नहीं होती परन्तु अभी उस की उष्णता एक नियमित दरजे की समझ लो ॥

जब तापमिति के यह दोनों स्थान पता लग जायें प्रथम खौलाओ का दरजा जिस पर शीशी को खौलते हुए पानी में रखने से पारा चढ़ जाता है और दूसरे जमाओ का दरजा जिस पर शीशी को जमते हुए पानी के अन्दर रखने से पारा उतर आता है तो उस के पश्चात् नली के उस भाग को जो उन दोनों स्थानों के बीच में है सौ समान भागों में बांट देना चाहिये। इस की रीति यह है कि सारी नली पर मोम की पतली २ तह चढ़ा देते हैं फिर जहां २ दरजों के चिन्ह होने चाहियें वहां से मोम की तह को सुई से खुरच देते हैं इस के पश्चात् नली को हाईड्रोफलोरिक अम्ल में डिबो देते हैं।

यह अम्ल मोम पर कुछ प्रभाव नहीं करता परन्तु जहां जहां मोम की तह पर सुई से चिन्ह खुदे हुए हैं वहां के शीशे पर उस का प्रभाव होता है। जब तुम नली को इस अम्ल में से निकाल कर देखोगे तो पता लग जायेगा कि जहां जहां सुई से चिन्ह किये थे वहां वहां अम्ल ने शीशी को काट कर चिन्ह कर दिया है। निदान इस रीति से इस नली पर रेखाओं की एक सीढ़ी सी बन जायगी। जिस में पानी की जमाने वाली शीतलता से लेकर खौ-लाने वाली उष्णता तक ताप के सारे दरजे होते हैं। उस की हर सीढ़ी वा दरजा अपने से नीचे के दरजे की अपेक्षा कुछ अधिक उष्णता और अपने से ऊपर के दरजे की अपेक्षा कुछ अधिक शीतलता बताता है॥

जो दरजा सब से नीचा है उसे शून्य समझो और जो सब से ऊंचा है उस पर सौ दरजे का चिन्ह लगाओ और उन के बीच में हर दस दरजे पर उस के योग्य चिन्ह लिखो सो तापमापक यन्त्र बन गया ॥

ऐसे उपकरण को सैनटीग्रेड थरमामीटर या सौ दरजे का तापमापक यन्त्र कहते हैं । क्योंकि इस प्रकार के दरजों के उपकरण को काम में लाना सहज होता है इस लिये इस पुस्तक में जहां तापमापक यन्त्र का वर्णन आयगा वहां इसी प्रकार के तापमापक यन्त्र से अभिप्राय होगा । यदि किसी वस्तु में इतना ताप हो कि इस उपकरण को उस में रखने से उस का पारा दस या बीस या तीस दरजे पर चढ़ जाय तो कहेंगे कि इस वस्तु की उष्णता दस या बीस या तीस दरजे की है और इसी रीति से और भी । सो पिगलती हुई बर्फ में संटीग्रेड थरमामीटर के ऊपर शून्य दरजे की उष्णता होती है और उसे इस रीति से लिखा करते हैं (॰) और खौलते हुए पानी में सौ दरजे (१००°) की उष्णता होती है । इस उपकरण में पारा बीस दरजे पर हो तो अच्छी ग्रीष्म के दिनों की सी उष्णता होगी और यदि पैंतीस दरजे पर हो तो पुरुष के लहू की सी उष्णता होगी। अभिप्राय यह है कि इस उपकरण

पीतल	...	....	....	१८८	,,
कोमल लोहा	....	...	....	१२०	,,
ढला हुआ लोहा		....	....	१०९	,,
फुलाद	....	....	....	११४	,,
सीसा	....	...	....	२८२	,,
रांग या कली	...	...	....	१९६	,,
चांदी	....	....	....	१९२	,,
सोना	....	....	....	१४४	,,
पलाटीनम[1]	....	....	....	८७	,,
जिस्त	....	....	....	२९८	,,

५३ द्रव पदार्थों के फलन का वर्णन--द्रव पदार्थ उष्णता पहुंचने से ठोस पदार्थों की अपेक्षा अधिक फैल जाते हैं। क्योंकि ऐसे पदार्थों का कोई

---

१ यह एक धातु है जो प्रथम 'अमरीका' में मिली थी इसका रङ्ग चांदी का सा होता है परन्तु चमक उतनी नहीं होती। सब धातुओं से भारी और लोहे से होती है॥

लम्बा डंडा नहीं बन सक्ता इस लिये ठोस पदार्थों की न्यायीं उन का डंडा बना कर परीक्षा नहीं हो सक्ती। सो उन की परीक्षा इस रीति से होती है कि कोई माप लो यथा बोतल का अद्धा (अधवाड़ बोतल) और किसी द्रव पदार्थ के वैसे ही लाख माप भर कर जमाओ के दरजे से खोलाओ के दरजे तक उष्ण करो और फिर देखो कि उस ताप से वह पदार्थ कितने अद्धों के तुल्य माप में से उबल कर निकल गया॥

यदि पारे के लाख अद्धे शून्य दरजे से सौ दरजे की उष्णता तक अर्थात् जमाओ के दरजे से खोलाओ के दरजे तक उष्ण किये जावें तो उस में से १८१५ अद्धे उबल कर निकल जायेंगे परन्तु यदि उतने पानी को उतना ताप दिया जावे तो उस के ४३१५ अद्धे उबल कर निकल जायेंगे निदान! ऐसी परीक्षाओं से सिद्ध हुआ है कि द्रव और ठोस पदार्थों में एक समान ताप पहुंचाया जावे तो द्रव

पदार्थ ठोस पदार्थों की अपेक्षा अधिक फैलते हैं और द्रव पदार्थ अधिक दरजे के ताप पर कम दरजे के ताप की अपेक्षा शीघ्र फैलते हैं ॥

५४ गैसों के फैलने का वर्णन--गस भी उष्णता पहुंचेन से फैल जाती हैं और दूसरे पदार्थों की अपेक्षा अधिक फैलती हैं परन्तु ध्यान रहे कि ताप के बिना कई और कारण भी हैं जिन से गैसें फैल जाती हैं। तुम्हें स्मरण होगा कि जब पच्चीसवीं परीक्षा में वायु निष्कासक यन्त्र के घण्टाकार घट के अन्दर गेंद रख कर घण्टाकार घट की वायु निकाल ली थी तो कन्दुक (गेंद) फूल गया था।

दबाओ तुल्य रहे जमाओ के दरजे से खोलाओ के दरजे तक उष्ण करके देखो कि वह कितना फूलता है॥

इस से पता लग जायगा कि जो फुकना वायु से सारा भरा हुआ नहीं है यदि उस का आयतन जमाओ के दरजे पर एक हज़ार इंच है तो खोलाओ के दरजे पर फूल कर १३६७ इंच हो जायगा। जब एक वर्तन में बर्फ सा ठंडा पानी डाल कर उस में एक हज़ार इंच आयतन का फुकना वल से नीचे बिठा दोगे तो वह पानी उस वर्तन के शून्य स्थान में एक हज़ार इंच के तुल्य ऊंचा हो जायगा और पानी के आयतन की यह अधिकता फुकने को उस के भीतर दवाने के कारण उत्पन्न होगी। फिर यदि इसी वर्तन में खौलता हुआ पानी भर कर फुकने को उस में डबोओगे तो पानी वर्तन में १३६७ इंच चढ़ जायगा। क्योंकि इतने ताप पर फुकने का आयतन भी यही होगा॥

५५ पदार्थों के फैलने के विषय में कई और बातें–द्रव या ठोस पदार्थ फैलते समय बड़ा बल करते हैं यथा यदि लोहे के खाली गोले को पानी से सारा भरें और उस को पेच से अच्छी रीति से कस कर बन्द कर दें और फिर उष्ण करें तो ताप के कारण फैलते समय पानी इतना बल करेगा कि गोला फट जाय तो आश्चर्य नहीं ॥

जो पुल लोहे की बड़ी बड़ी सलाखों और नलों से बनाये जाते हैं उन में लोहे के फैलने के लिये स्थान निस्सन्देह रखना चाहिये क्योंकि ग्रीष्म के मध्य में हेमन्त के मध्य की अपेक्षा लोहे का पुल कुछ लम्बा हो जाता है । यदि उन में नलों और डंडों के फैलने के लिये स्थान नहीं रक्खा गया है तो जो शक्ति उन्हें फैलाना चाहती है वह हानि पहुंचायगी । आवनाय मिनाय पर जो लोहे का पुल बना हुआ है उस में इस बात का ध्यान रक्खा गया है। पदार्थों में जो फैलने और सुकड़ने का गुण है उस

से पुरुष कई प्रकार के लाभ उठाता है। उस का एक उदाहरण तो यही है कि गाड़ियों के पय्यों पर जो चक्कर चढ़ाया जाता है उस में पदार्थों के उस गुण से सहायता ली जाती है। लोहे के चक्कर को प्रथम तो तपा कर लाल कर लेते हैं फिर उस अवस्था में उस को पय्ये पर ढीला ढाला चढ़ा कर पानी से झट पट ठंडा कर देते हैं। इस से वह सुकड़ कर पय्ये से अच्छी रीति से चिपट जाता है।

५६ विशिष्ट ताप का वर्णन—यदि कई भिन्न पदार्थों को लेकर उन का ताप एक दरजा बढ़ाना चाहे तो किसी के लिये कम ताप की आवश्यकता होगी किसी के लिये अधिक। किसी वस्तु के एक पौण्ड बोझ का ताप एक दरजा अधिक करने के लिये जितनी उष्णता की आवश्यकता होती है उसे उस वस्तु का विशिष्ट ताप कहते हैं। पानी का विशिष्ट ताप बहुत अधिक होता है। एक पौण्ड पानी की उष्णता को एक दरजा अधिक करने के लिये

लग भग और सब वस्तुओं की अपेक्षा अधिक अग्नि की आवश्यकता है। जितनी अग्नि पौण्ड भर पानी के ताप को एक दरजा अधिक करेगी उतनी अग्नि उस से नव गुना लोहे और ग्यारह गुना जिस्त और तीस गुना पारे या सोने की उष्णता को एक दरजा बढ़ायगी ॥

परीक्षा ३९--पानी के विशिष्ट ताप के अधिक होने का वृत्तान्त इस रीति से तुम्हारी समझ में आ-जायगा। दो पौंड पारा लेकर उसे सौ दरजे की उष्णता अर्थात् खोलाओ के दरजे तक उष्ण करा और फिर उस को एक पौंड पानी में जिस का ताप साधारण दरजे का हो मिला दो और तापमापक को उस पानी में पारे के साथ मिलाने से पहिले और पीछे रख कर देख लो कि तापमापक का पारा किस दरजे पर है। तुम्हें पता लग जायगा कि उष्ण पारा मिलाने से पानी का ताप पांच दरजे से कदा-चित् ही कुछ अधिक होगा ॥

५७ अवस्था का बदलना--तुम पढ़ आये हो कि द्रव्य की तीन अवस्थायें हैं एक ठोस दूसरी द्रव तीसरी गैस । अब तुम को यह बताया जायगा कि जब किसी वस्तु को उष्ण करते हैं तो वह प्रथम तो ठोस अवस्था से बदल कर पानी की न्यायीं द्रव हो जाती है और फिर द्रव से वायु की न्यायीं गैस बन जाती है । प्रथम पुस्तक में वर्णन आ चुका है कि बर्फ पानी और वाष्प (भाप) का मिलाव ठीक एक समान होता है । यदि बर्फ को उष्णता दें तो पानी हो जाता है और यदि पानी को ताप दिये जायें तो भाप बन जाती है । दूसरे पदार्थों की भी यही अवस्था है । यदि उन को उष्णता दें तो वह भी इसी रीति से एक अवस्था से दूसरी अवस्था और दूसरी से तीसरी अवस्था बदलते हैं यथा किसी जिस्त के टुकड़े को उष्णता दें तो थोड़े समय के पश्चात् पिगल जायगा । फिर यदि उसे उष्ण किये जायें तो अन्त में जिस्त के वाष्प बन कर उड़ जायेंगे । इसी रीति से लोहे और फ़ूलाद को भी पि-

गला सक्के और अन्त में वाष्प बना कर उड़ा सक्के हैं। तड़ित् या विद्युत् जिस का वृत्तान्त आगे वर्णन किया जायगा उस के द्वारा हर एक वस्तु को इतना उष्ण कर सक्के हैं कि वाष्प या गैस की अवस्था में आ जाय ॥

परन्तु हमारे वश में यह नहीं है कि हर वस्तु को इतना शीतल कर सकें कि ठोस हो जाय और यदि ठोस न हो तो पानी की न्यायीं द्रव तो निस्सन्देह हो जाय। कोई पुरुष निर्मल अलकोहल (मदिरासार) को शीतल करके आज तक ठोस न कर सका परन्तु हम अच्छी रीति से जानते हैं कि इसे जमाने के लिये केवल अधिक दरजे की शीतलता की आवश्यकता है। यदि यह किसी रीति से उत्पन्न हो सके तो अवश्य ही अलकोहल जम कर ठोस हो जाय। यथा थोड़े दिन हुए कि वायु को ठंडा करके पानी की न्यायीं द्रव बना दिया गया है परन्तु इस वर्णन से यह न समझना चाहिये कि शीतलता

उष्णता के न होने के विना भी और कोई वस्तु होती है शीतल पदार्थ वह है जिसमें उष्णता थोड़ी है और जो पदार्थ उस से भी अधिक शीतल है उस में और भी थोड़ी उष्णता है परन्तु ठंडे से ठंडे पदार्थ में भी कुछ न कुछ उष्णता निस्सन्देह होती है परन्तु इस बात में स्पर्श से जो अवस्था प्रतीत हो उस पर विश्वास न करना चाहिये। सम्भव है कि तापमापक के द्वारा दो पदार्थों में एक समान उष्णता पाई जाय परन्तु फिर भी स्पर्श से एक पदार्थ दूसरे की अपेक्षा अधिक ठंडा प्रतीत हो और यदि दो वर्तनों में पानी हो, एक में बहुत ठंढा और दूसरे में बहुत उष्ण और तुम अपना एक हाथ तो ठंडे और दूसरा हाथ उष्ण पानी में थोड़ी देर तक डाले रक्खो और फिर दोनों हाथों को निकालकर साधारण दरजे के शीतल पानी में डबो दो तो यह तुम्हारे एक हाथ को शीतल और दूसरे को उष्ण प्रतीत होगा। इस लिये इस बात में तापमापक के बिना और किसी वस्तु का विश्वास न करना और

यह न समझना कि शीतलता उष्णता के न होने के बिना कुछ और वस्तु है ॥

अभिप्राय यह है कि जैसा वर्णन हो चुका है यदि हम आवश्यकता के अनुसार शीतलता उत्पन्न कर सक्ते अर्थात् जितनी किसी पदार्थ की उष्णता निकालनी आवश्यक है उतनी निकाल सक्ते तो हर एक वस्तु ठोस होसकती थी और जब उसे फिर योग्य दरजे तक उष्ण करते तो फिर द्रव हो जाती और यदि उसको और उष्ण किये जाते तो गैस या वाष्प बनकर उड़ जाती परन्तु भिन्न पदार्थों में इस विश्वास से फिर भी बड़ा भेद रहता कि कोई पदार्थ तो एक अवस्था से दूसरी अवस्था में शीघ्र बदल जाता कोई देर में बदलता यथा बर्फ उष्णता पहुंचने से शीघ्र पिगल जाती है परन्तु कली या सीसे को दो सौ या तीन सौ दरजे तक उष्णता पहुंचायें जब कहीं जाकर पिगलते हैं लोहा और भी कठिनता से पिगलता है पलैटीनम

का पिगलना तो लोहे से भी अधिक कठिन है जो धातु बहुत कठिनता से पिगलती है उसे हठी कहते हैं ॥

नीचे की सूचि से पता लग जायगा कि बहुत गुणकारि पदार्थों में से कौन सा पदार्थ किस दरजे की उष्णता पर पहुंचकर पिगलने लगता है ॥

बर्फ	(०)	दरजे पर
फास्फोरस	४४	"
स्परमेसिटी अर्थात् मछली की चरबी	४९	"
पोटेसियम	५८	"
सो डियम	९७	"
कली या रांग	२३५	"
सीसा	३२५	"
चांदी	१०००	"
सोना	१२५०	'
लोहा	१५००	"

पलैटीनमको पिगलाना इतना कठिन है कि पता नहीं कितने दरजे की उष्णता से पिगलता है कारवन अर्थात् कोइले को पिगलाना उस से अधिक कठिन है कारवन अति तीक्ष्ण अग्नि में भी सदा ठोस ही रहता है सुनने में नहीं आया कि भट्टी या अंगीठी में अग्नि की अधिकता से कोइले पिगल कर टिपकने लगे ॥

अब तुम्हारी समझ में आ गया होगा कि उष्णता से सब पदार्थों में एक ही प्रकार का विकार उत्पन्न होता है अर्थात् यदि हम आवश्यकता के अनुसार शीतलता उत्पन्न कर सक्ते तो सब वस्तुओं को बर्फ की न्यायीं ठोस कर सक्ते और यदि अपने प्रयोजन के अनुसार उष्णता उत्पन्न कर सक्ते तो हर पदार्थ को भाप की न्यायीं गैस बना देते। निदान ! उष्णता और शीतलता से जो विकार उत्पन्न होता है वह सदा एक ही प्रकार का होता है। हम इस बात में यह अच्छा समझते हैं कि पानी को और सब पदार्थों का एक आदर्श समझें और

पता लगायें कि ताप के पहुंचाने से उस की क्या अवस्था होती है। बर्फ की अवस्था में उस की जो दशा होती है उस से आरम्भ करें और देखते जायें कि उष्णता पहुंचाने से इस में क्या २ विकार उत्पन्न होते हैं॥

५८ जल का गुप्त ताप—थोड़ी सी बहुत ही ठंडी बर्फ लेकर चूरा चूरा करो और तापमापक की गोली उस में रक्खो। अनुमान करो कि उस की शीतलता से पारा शून्य दरजे से बीस दरजे नीचे उतर आया। अब इस बर्फ़ को उष्ण करोगे तो दूसरे ठोस पदार्थों की न्यायीं जिन को यदि उष्ण किया जावे उस की उष्णता भी बढ़ती जायगी निदान! तापमापक का पारा शून्य दरजे पर आकर ठहर जायगा और जब तक कुछ भी बर्फ़ शेष रहेगी ऊपर न चढ़ेगा। भला अग्नि का ताप जो इस समय पानी की उष्णता को शून्य दरजे से आगे नहीं बढ़ाता क्या कर रहा है? इस का उत्तर यह है कि वह बर्फ के पिगलाने में लगा

हुआ है। बात यह है कि प्रथम प्रथम तो जो उष्णता ठंडी बर्फ को पहुंचाई जाती है सब की सब ठंड घटाने अर्थात् ताप बढ़ाने में व्यय होती है। जब ताप शून्य दरजे तक पहुंच गया तो अब जो उष्णता बर्फ को दी जाती है वह एक और ही काम करती है अब उस की शक्ति सारी बर्फ के पिगलाने ही में व्यय होती है सो जब बर्फ सारी पिगल चुकेगी तो उस के पानी का ताप केवल शून्य दरजे का होगा अर्थात् उस से अधिक न होगा जितना पिगलती हुई बर्फ का ताप होगा। निदान ! शून्य दरजे के ताप का पानी उसी दरजे की बर्फ और बहुत से ताप के तुल्य है जिसे गुप्त ताप कहते हैं क्यों कि तापमापक से उस का प्रभाव पता नहीं लग सक्ता ॥

परीक्षा ४०—तुम इस को इस रीति से सिद्ध कर सक्ते हो कि एक टीन के प्याले में थोड़ी सी कुटी हुई बर्फ डालकर लम्प की अग्नि से उष्ण किये जाओ यहां

तक कि बर्फ पिगलते २ थोड़ी सी रह जाय फिर यदि पिगली हुई बर्फ में तापमापक रखकर देखोगे तो पारा शून्य दरजे से कुछ ही ऊंचा प्रतीत होगा। निदान ! पिगली हुई बर्फ की शीतलता उतनी ही होगी जितनी पिगलने से पहिले थी ॥

५९ वाष्प (भाप) का गुप्त ताप—बर्फ को पिगला कर हमने पानी तो बना लिया अब यदि इस पानी के नीचे अग्नि दिये जायें तो दूसरे पदार्थों की न्यायीं वह भी साधारण नियम के अनुसार अधिक उष्ण होता जायगा यहां तक कि खौलने लग जायगा और पानी १०० दरजे पर पहुंच जायगा। इस के पश्चात् ताप का बढ़ना बन्द हो जायगा परन्तु यदि उस के नीचे अग्नि जलाये चले जायेंगे तो केवल इतना होगा कि पानी बदल कर भाप हो जायगा और इस भाप का ताप भी सौ ही दरजे का होगा. निदान ! जिस रीति से जमाओ के दरजे वाली ठंडी बर्फ को. पिगला कर उसी

दरजे का ठंडा पानी बनाने के लिये बहुत सी उष्णता खर्च हुई थी उसी रीति से खोलाओ के दरजे के पानी को बदल कर उसी दरजे की भाप बनाने के लिये भी बहुत सी उष्णता खर्च होती है सो यह कहना चाहिये कि सौ दरजे की उष्णता की भाप उसी दरजे की उष्णता के पानी और बहुत सी और उष्णता के समान होती है इसको भाप का गुप्त ताप कहते हैं क्योंकि तापमापक से उस का प्रभाव प्रतीत नहीं पड़ता ॥

परीक्षा ४१—यह बात इस रीति से सिद्ध हो सक्ती है कि एक बोतल में कुछ पानी भर कर खोलाओ और तापमापक को प्रथम खौलते हुए पानी में और फिर भाप में रखकर देखो इस से पता लग जायगा कि दोनों अवस्थाओं में ताप का दरजा एक समान है अर्थात् भाप का ताप खौलते हुए पानी से कुछ अधिक नहीं है ॥

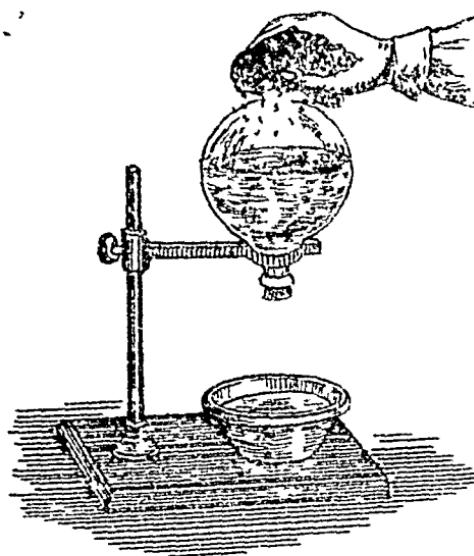
अब तुम ने जान लिया कि बर्फ को पिगला कर पानी बनाने के लिये और पानी को बदल कर

भाप वनाने के लिये गुप्त ताप की आवश्यकता है.. अव हम पता लगा सक्ते हैं कि शून्य दरजे की एक पौण्ड वर्फ को पिगला कर उसी दरजे के ताप का एक पौण्ड पानी वनाने के लिये कितने तापकी आवश्यकता है । परीक्षाओं से पता लगा है कि इस काम में इतने ताप की आवश्यकता होती है जितना ७९ पौण्ड पानी के तापको एक दरजा अधिक करने के लिये आवश्यक है। जब हम यह कहते हैं कि पानी का गुप्त ताप ७९के समान है तो उस से यही अभिप्राय है.इसी रीति से पता लगा है कि भाप का गुप्त ताप ५३७ है अर्थात् सौ दरजे ताप के एक पौण्ड पानी को उसी दरजे ताप की भाप वनाने के लिये जितने ताप की आवश्यकता है उतना ताप ५३७ पौण्ड पानी के ताप को एक दरजा अधिक करने के लिये चाहिये ॥

इससे सिद्ध हुआ कि वर्फ पिगलाने के लिये वहुत से ताप की आवश्यकता है और इसी लिये उस में वहुत सा समय लगता है परन्तु यह कोई दोष नहीं वरंच इस में वड़े लाभ हैं, किञ्चित् ध्यान

तो करो कि यदि बर्फ पिगलने के दरजे पर पहुंच कर ताप पाते ही तत्क्षण पानी हो जाती तो उसका क्या परिणाम होता । यह होता कि बहुत सी पृथिवी उजड़ जाती और उस पर कोई न रहता क्योंकि पर्वतों की बर्फ बसंतकाल में जिस दिन धूप कुछ अधिक पड़ती तत्क्षण पिगल जाती और पानी की शीघ्र धारा उत्पन्न होकर इस बल और कोलाहल के साथ पर्वत से आती कि जो वस्तु सामने पड़ती उस को बहा कर ले जाती और पर्वत के नीचे निकट ही जो पृथिवी के बड़े बड़े स्थल हैं उन पर पानी ही पानी फैल जाता और उस से बड़ी हानि होती । जिस प्रकार बर्फ के बहुत देर में पिगलने में लाभ है उसी प्रकार खौलते पानी की भाप बनने के लिये बहुत से ताप का खर्च होना भी अच्छा है। यदि उसी दरजे का पानी कुछ थोड़ी उष्णता पहुंचते ही तत्क्षण भाप बन जाता तो जिन पात्रों में पानी खौलाया जाता है वह फट जाते और वाष्पीय यन्त्र कभी न बनते ॥

६० उबाल अर्थात् स्फ़ोटन और वाष्पी भवन का वर्णन—खौलते हुए पानी से जो भाप निकलती है उस का कुछ वृत्तान्त हम ने तुम से वर्णन किया है परन्तु यह न समझना कि पानी जब तक नहीं खौलता उस में से भाप निकलती ही नहीं क्योंकि यह असली बात के विरुद्ध है । तुम ने देखा होगा कि जब पतीली में पानी भर कर चूल्हे पर रखते हैं तो खौलने से पहले ही भाप निकलने लगती है और सब जानते हैं कि जब गीला कपड़ा वा और कोई गीली वस्तु आग के पास रखते हैं तो सूख जाती है। उस का पानी भाप बन कर उड़ जाता है जब बिन खौलते हुए पानी से भाप वा वाष्प निकलती है तो इस को वाष्पी भवन कहते हैं। जब पानी खौलता भी हो तो उस को उबाल अथवा स्फोटन कहते हैं । भेद केवल यह है कि पानी जब अग्नि पर रखकर उष्ण किया जाता है तो अग्नि को प्रथम २ दो काम करने पड़ते हैं पहिले

तो पानीका उष्ण करना दूसरे कुछ पानी के वाष्प बनाने परन्तु जब पानी १०० दरजे की उष्णता अथवा खौलाओ के दरजे पर आ जाता है फिर उस से अधिक उष्ण नहीं होता । इस के पश्चात् आग की सारी शक्ति पानी की भाप बनाने में खर्च होती है और यह भाप जल के ऊपर से ही नहीं वरंच नीचे से भी निकला करती है । भाप के बुलबुले पानी के अन्दर से उठ उठ कर वायु में मिलते जाते हैं और हम को एक शब्द सा सुनाई देता है उसे हम खौलना या उबलना कहते हैं ॥

६१--पानी के खौलाओ का दरजा वायु के दबाओ के वश में होता है--जिस प्रकार बर्फ़ के पिगलने के लिये ताप का एक विशेष दरजा नियत है पानी के खौलने के लिये कोई दरजा नियत नहीं है । पानी का खौलना वायु के दबाओ के वश में है । जब वायु का दबाओ कम हो जाता है तो पानी सौ से कम दरजे पर खौलने लगता है । तुम्हें स्मरण

होगा पहिले वर्णन हो चुका है कि वायु का दबाओ जितना किसी ऊंचे पर्वत की जड़ के निकट होता है उतना उस की चोटी पर नहीं होता क्योंकि जड़ की अपेक्षा पर्वत की चोटी पर वायु की गहिराई कम होती है इस लिये उस का बोझ या दबाओ कम होता है । सविटजर लैंड के देश में 'बलैक' पर्वत पर जो तीन मील ऊंचा है पानी ८५ दरजे पर खौलता है । यदि कोई यात्री वहां अंडा उबालना चाहे तो उसे कितनी ही देर उबाल क्यों न देता रहे अंडा अन्दर से कभी दृढ न होगा क्योंकि ८५ दरजे के ताप से अंडे की श्वेतता दृढ़ नहीं होती ॥

इस के विरुद्ध यदि हम किसी बड़ी गहिरी खानि के अन्दर अग्नि जला कर पानी खौलाना चाहें तो सौ दरजे से बहुत अधिक ताप पर खौलेगा ॥

परीक्षा ४२—इस सहज परीक्षा से तुम को पता लग जायगा कि पानी के खौलाओ का दरजा इस बात के वश में है कि उसके उपरि भाग पर गैस

अथवा वायु का कितना दबाओ है। एक गोल शीशी पानी से आधी भर लो और अग्नि पर रख

छब्बीसवां चित्र

कर यहां तक उबालो कि भाप अन्दर भर जाय और वायु सब निकल जाय। अब इस शीशी में केवल पानी और भाप रह गई। इस के पश्चात् अच्छी रीति से डाट लगाकर उस को अग्नि पर से उतार लो और छब्बीसवें चित्र के अनुसार उ-

छटा करके रख दो और जब पानी उस के अन्दर खौलने से बन्द हो जाय तो उस पर ठंडा पानी डालो। अब फिर उस में पानी खौलने लगेगा। इस का क्या कारण है? कारण यह है कि जब तक शीशी पर पानी न छिड़का था उस के पानी के उपरिभाग पर वाष्प का दबाओ बड़े बल का था। इस लिये पानी न खौल सक्ता था। अब ठंडा पानी डालने से अन्दर के वाष्प जम गये और पानी के उपरिभाग पर उन का दबाओ कम हो गया। चूंकि पानी के उपरिभाग पर जब दबाओ कम होता है तो सहज में खौलने लगता है इस लिये इस शीशी का पानी भी शीघ्रता से खौलने लगा॥

इस विषय को समाप्त करने से पहिले यह बात भी तुम को बता देनी योग्य प्रतीत पड़ती है कि पिगलने अथवा ठोस से द्रव-बनते समय कई पदार्थ तो फैल जाते हैं और कई संकुचित हो (सुकड़) जाते हैं॥

परीक्षा ४३--देखो यह एक बर्फ की डली है यह पानी से हलकी है क्योंकि इसे पानी में डालो तो डूबती नहीं। तैरती है इस से सिद्ध हुआ कि जब बर्फ पिघल कर पानी बनती है तो उस के कणिक सुकड़ जाते हैं और पानी जम कर जब बर्फ बनता है तो उस के कणिक फैल जाते हैं। पानी जमते समय बड़े बल से फैलता है। यदि लोहे के एक अच्छे पक्के बर्तन में पानी भर कर पेच अच्छे प्रकार से कस दें तो जमते समय पानी इतने बल से फैलेगा कि बर्तन फट जायगा। फूलाद और ढला हुआ लोहा भी बर्फ की न्यायीं पिगलते समय सुकड़ जाता है और जमते या ठोस होते समय फैल जाता है यथा फौलाद का दहकता हुआ टुकड़ा पिगली हुई फूलाद में डालते हैं तो तैरने लगता है। इसी प्रकार से निश्चय करते हैं कि यदि ढले हुए लोहे का लाल अंगारा सा टुकडा ढले हुए लोहे को पिगला कर उस में डाला जाय तो वह भी तैरने

लगेगा। जब पिघले हुए लोहे को सांचे में ढालते हैं तो जमते समय फैल जाता है और सांचे के सारे छिद्रों में भर जाता है और यही कारण है कि लोहे की बहुत सी वस्तु सांचे में ढाली जाती हैं। इस के विरुद्ध सोना चांदी तांबा इत्यादि धातु पिगलते समय फैलते और जमते समय सुकड़ जाते हैं। इस लिये लोहे की न्यायीं उन को सांचे में नहीं ढाल सक्ते। यथा जब उन धातुओं का सिक्का बनाते हैं तो ढालने के स्थान पर मुद्रा (ठप्पा) लगाते हैं॥

जब कोई वस्तु बदल कर गैस बन जाती है तो सर्वदा उस के काणिक बहुत फैल जाते हैं यथा यदि एक घन इंच खौलते पानी की भाप बनायें तो १७०० घन इंच के लगभग स्थान घेरेगी॥

६२—ताप के अन्य गुण--तुम को यह बात तो पता लग गई कि ताप से वस्तु फैलती और बढ़ जाती हैं और जितना ताप दिये जायें उनकी अवस्था में विकार होता जाता है ठोस से द्रव और द्रव से गैस

या वाष्प बन जाती हैं। तुम जानते होगे कि ताप भी कैसा बलवान् काम करने वाला है क्योंकि बड़े पक्के और दृढ़ लोहे का डंडा भी अग्नि में तपाया जाता है तो प्रथम लाल होकर मोम की न्यायीं कोमल हो जाता है फिर और ताप पहुंचने से श्वेत होकर सीरे की न्यायीं बहने लगता है और जब और अग्नि दिये जाते हैं तो वाष्प बन कर उड़ जाता है॥

ताप का केवल यही गुण नहीं है परन्तु उसमें और भी कई गुण हैं यथा उस के द्वारा रासायनिक आकर्षण के काम को सहायता पहुंचती है यथा जब तक कम दरजे का ताप रहता है कोइले वायु की आकसीजन के साथ नहीं मिलते। इस अवस्था में कोइलों को जब तक चाहें गोदाम में पड़ा रख सक्ते हैं परन्तु जब उन में ताप पहुंचायेंगे तो वायु की आकसीजन और कोइलों में रासायनी योग उत्पन्न होने लगेगा और चूंकि इस योग से भी ताप उत्पन्न होता है कोइलों और वायु की आक-

सीजन में यह काम प्रवृत्त रहेगा। इसी को कोयलों का दहकना कहते हैं ॥

इसी प्रकार रसायन विद्या की पुस्तक के छटे भाग में जो परीक्षा की है उस में प्रथम आग इस लिये दी जाती है कि गन्धक और तांबे में योग आरम्भ हो जाय परन्तु जब यह आरम्भ हो जाय तो अग्नि उत्पन्न होती जाती है फिर लम्प से ताप पहुंचाने की कुछ आवश्यकता नहीं रहती काम आप ही आप प्रवृत्त रहता है ॥

६३ शीत जनक मिश्र—रसायनी पुस्तक के भाग ७ में तुम पढ़ चुके हो कि रासायनी योग से ताप उत्पन्न होता है और यह सब का नियम है परन्तु फिर भी कई समय ऐसा होता है कि दो वस्तु जो मिल कर घुल जाती हैं वह मिलने के समय ताप नहीं वरंच शीत उत्पन्न करती हैं यथा लून और बर्फ मिल कर घुल जाते हैं और जब घुल जाते हैं तो शीत उत्पन्न करते है परन्तु यह

कहना अधिक ठीक है कि उन के मिलने से बहुत सा ताप गुप्त होजाता है ॥

परीक्षा ४४—इसे सिद्ध करने के लिये थोड़ी सी पिघलती हुई बर्फ में शीघ्र कुछ लून मिला दो और तापमापक की गोली उस में रक्खो पारा तत्क्षण शून्य दरजे से नीचे उतर आयगा। इस से सिद्ध हुआ कि यह मिश्र पिघलने वाली बर्फ से अधिक शीत होता है ॥

इस का क्या कारण है? कारण यह है कि यह दोनों पदार्थ परस्पर मिल कर ठोस नहीं वरंच द्रव बन जाते हैं अर्थात् क्षार जल बन जाता है। पहिले वर्णन आ चुका है कि जब कोई पदार्थ ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में आता है यथा जब बर्फ पानी बन जाती है तो ताप गुप्त हो जाता है इस लिये यह क्षार जल जो द्रव अवस्था में है बर्फ का ताप अन्दर ले लेता है और इन दोनो ठोस पदार्थों के मिलने से एक अति शीतल जल उत्पन्न हो जाता

है । निदान ! जब इसी प्रकार से दो ठोस एक दूसरे को घुला देते हैं तो ऐसा होता है कि प्रायः ताप कम हो जाता है क्योंकि द्रव बनने में ताप खर्च हो जाता है । ऐसी वस्तुओं को हम यह कहेंगे कि वह शीत जनक मिश्र बनाते हैं ॥

इसी प्रकार से जो द्रव पदार्थ बहुत शीघ्र वाष्प बनकर उड़ जाता है वह भी बहुत शीतल होता है क्योंकि वाष्प या गैस बनने के लिये उसे बहुत से ताप की आवश्यकता होती है और जहां से ताप मिलता है ले लेता है यथा यदि तुम कुछ भी ईथर को अपने हाथ पर डालोगे तो झट गैस बन कर उड़ कर चला जायगा और बड़ी शीत प्रतीत पड़ेगी क्योंकि वाष्प या गैस बनने के लिये उस ने तुम्हारे हाथ में से बहुत सा ताप खेंच लिया । निदान ! कई द्रव पदार्थों को शीघ्र वाष्प बना कर उड़ा देने से अधिक दरजे का शीत उत्पन्न हो सक्ता है ॥

परीक्षा ४५—इस को हम इस रीति से सिद्ध कर सक्ते हैं कि एक उथली हुई प्याली में कुछ

पानी लो और एक बर्तन में गंधक का निर्मल अम्ल भर कर दोनों को पास २ वायु निष्कासक यन्त्र के घट के अन्दर रख दो। फिर वायु निकालना आरम्भ करो। जितना पानी के उपरि भाग पर से वायु का दबाओ कम होता जायगा पानी के शीघ्र २ वाष्प बनने लगेंगे इन वाष्पों के बनने से पानी का ताप इतना निकल जायगा कि वह जमकर बर्फ बन जायगा ॥

६४ ताप का विभाग या बांट—अब हम इस विषय के एक और भाग की ओर ध्यान देते हैं और ताप में हर ओर फैलने की जो विशेषता है उस पर विचार करते हैं ॥

कोई उष्ण पदार्थ सदा उष्ण नहीं रहता परन्तु उस के आस पास जो पदार्थ उस की अपेक्षा ठंडे होते हैं उन को अपनी उष्णता में से कुछ भाग देता रहता है और यह नहीं कि कभी दे और कभी न दे परन्तु हर अवस्था में देता रहता है और यह काम भिन्न अवस्थाओं में भिन्न प्रकार से होता है ॥

परीक्षा ४६—एक लोहे की शलाका (सीख) आग में रक्खो। थोड़ी देर में अग्नि की कुछ उष्णता प्रथम सीख के उस सिरे में आयगी जो अग्नि के अन्दर है और फिर सीख में फैलती जायगी। यहां तक कि दूसरा सिरा भी उष्ण हो जायगा और उष्ण होते २ इतना तप जायगा कि तुम स्पर्श भी न कर सकोगे। लोहे की सीख में ताप के इस रीति से एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाने को ताप का प्रवाह (व्याप्ति) कहते हैं॥

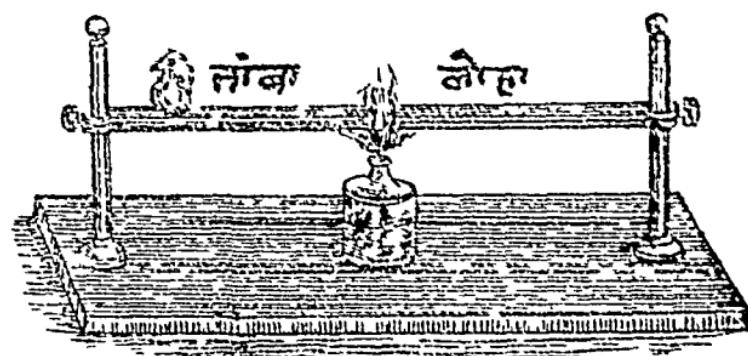
परीक्षा ४७—एक शीशी लेकर उसे दो तिहाई पानी से भरो। फिर उसे अग्नि पर रख कर उष्ण करो। जब पानी के नीचे के कणिक उष्ण होंगे वह फैलते जायेंगे और इसी कारण से हलके होते जायेंगे और हलके होने के कारण नीचे से ऊपर आ जायेंगे। जिस प्रकार से बोतल के काक को पानी में डबो कर छोड़ देते हैं तो वह झट उछल कर ऊपर आ जाता है। और पानी के

वह कणिक जो ठंडे और भारी हैं उन के स्थान पर नीचे चले जायेंगे निदान ! इस रीति से एक के पश्चात् दूसरे पानी के कणिक ऊपर से पेंदे की गरमाई में आते जायेंगे । निदान कुछ समय में सारा पानी उष्ण होकर खौलने लगेगा ॥ यह व्यवहार 'ताप का परिवर्तन द्वारा मेल' कहलाता है ॥

जो उष्णता सूर्य से हम तक पहुंचती है उस पर ताप के उन दोनों व्यवहारों में से एक भी नहीं लगता क्योंकि प्रवाह की अवस्था में ताप ठोस पदार्थ के कणिकोंके द्वारा पहुंचता है और परिवर्तन द्वारा मेल में द्रव पदार्थ के कणिकों के द्वारा । जहां तक हम को पता है हमारे और सूर्य के बीच में इस प्रकार के ठोस या द्रव पदार्थ के कणिक उपस्थित नहीं हैं परन्तु यह भी पता है कि सूर्य की ज्योति और ताप सूर्य से पृथिवी तक जो नव करोड़ मील का अन्तर है ८ मिंट से कम समय में चलकर हम तक आ जाता है । इस से स्पष्ट है कि जो ताप सूर्य से पृथिवी तक पहुंचता है वह अति शीघ्र फुर्ती से

आता है और किसी वस्तु के कणिकों के द्वारा नहीं आता क्योंकि कड़ कड़ाते हेमन्त ऋतु में भी जब वायु अति शीतल होती है सूर्य की किरणें प्रायः बड़ी बलवान् होती हैं । जिस रीति से सूर्य या और अति उष्ण पदार्थ का ताप हम तक पहुंचता है उस को तेज विसर्जन कहते हैं ॥

अब तुम जान गये होगे कि उष्ण पदार्थ अपना ताप शीतल पदार्थों में तीन भिन्न प्रकारों से अर्थात् प्रवाह, परिवर्तन द्वारा मेल, और विसर्जन द्वारा पहुंचाता है ॥ अब हम इन तीनों का स्वरूप (वृत्तान्त) क्रम से वर्णन करते हैं ॥

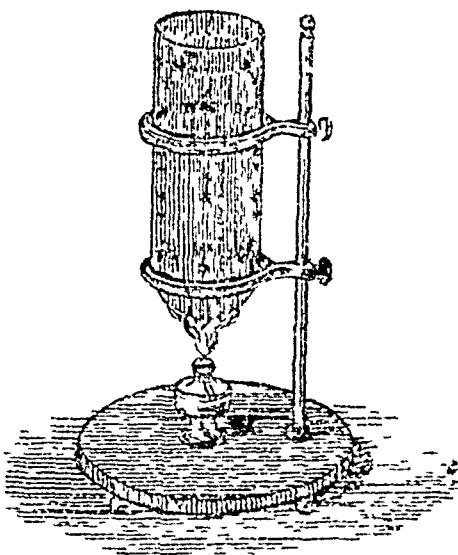
६५ ताप का प्रवाह--ऊपर वर्णन हुआ है कि जब कोई शलाका (सीख) अग्नि में डाली जाती है तो प्रथम उस का वह सिरा जो अग्नि में है उष्ण होता है फिर थोड़े समय में दूसरा सिरा भी इतना उष्ण हो जाता है कि छूआ नहीं जाता परन्तु यदि धातु की सलाख के स्थान पर पत्थर या शीशे का

गज़ अग्नि में डाला जाय तो उस का दूसरा सिरा कभी बहुत उष्ण न होगा क्योंकि पत्थर में ताप ऐसे अच्छे प्रकार से प्रवाह नहीं करता जिस प्रकार से लोहे आदि धातुओं में करता है ॥

ऊन और परों में ताप और भी कम प्रवाह करता है और यही कारण है कि ईश्वर ने जीवों को ढांपने के लिये उन वस्तुओं को नियत किया है क्योंकि जीवों में अपना ताप आस पास की वस्तुओं की अपेक्षा प्रायः अधिक होता है पस ! जीवों के शरीर पर जो ऊन, पर अथवा कोमल लोम होते हैं वह अन्दर के ताप को सहज में बाहिर नहीं निकलने देते। इसी प्रकार से इञ्जन के जिस भाग में पानी खौला करता है जब उस के लिये भी यह आवश्यक होता है तो उस के ऊपर भी किसी ऐसी वस्तु को चढ़ा देते हैं जिस के कारण से ताप बाहिर नहीं निकल सक्ता ॥

जिन पदार्थों में ताप कम प्रवाह करता है वह अन्दर का ताप अन्दर रखने के लिये ही काम नहीं

आते वरंच उन के द्वारा बाहिर का ताप भी बाहिर ही रह सक्ता है यथा फलालैन पहनते तो इस प्रयोजन से हैं कि शरीर का ताप अन्दर ही रहे और बर्फ के ऊपर इस अभिप्राय से लपेटते हैं कि बाहिर का ताप अन्दर प्रवाह न करे और वह पिगल न जाय। सार यह है कि फलालैन में से उष्णता न अन्दर से बाहिर आ सक्ती है न बाहिर से अन्दर जा सक्ती है॥

परीक्षा ४८—यह बात सहजमें सिद्ध हो सक्ती है कि हर वस्तु में ताप का प्रवाह एक समान नहीं होता। किसी में कम होता है किसी में अधिक॥ सताईसवें चित्र में एक सलाख है आधी

सताईसवां चित्र

तांबे की आधी लोहे को। इस के ठीक बीच में एक लम्प रक्खा हुआ है जिस के द्वारा यह उष्ण हो रही है॥

जब लम्प रक्खे हुए कुछ समय हो जाय तो फ़ास्फ़ोरस की दो छोटी छोटी डलियां लो एक तो तांबे की ओर सलाख के सिरे पर रख दो यह तत्क्षण जल उठेगी अब दूसरी डली को सलाख पर लोहे के भाग की ओर लम्प से उतनी ही दूर रक्खो जितनी दूर पहिली डली तांबे की ओर रक्खी थी। तुम देखोगे कि यह डली शीघ्रता से न भड़क उठेगी। इस से स्पष्ट है कि लम्प की उष्णता ने तांबे में लोहे की अपेक्षा शीघ्र प्रवाह किया॥

सर हमफ़री डेवी ने खानि खोदने वालों की जान बचाने के लिये जो लम्प बनाया है वह इसी नियम पर है। चूंकि इस लम्प का वृत्तान्त रसायन विद्या की पुस्तक के ४१वें भाग में ठीक ठीक आ चुका है इस लिये यहां वर्णन करने की आवश्यकता नहीं॥

६६ ताप का परिवर्तन द्वारा मेल—एक बर्तन में पानी भरो फिर किसी दूसरे बर्तन में खौलता हुआ तेल भर कर उस पानी के ऊपर डाल दो। इस तेल की उष्णता नीचे के पानी में बहुत ही धीरे धीरे प्रवाह करेगी। यहां तक कि दो चार इंच नीचे पानी का ताप कुछ ही अधिक प्रतीत हो तो हो परन्तु यदि पानी के बर्तन में ऊपर की ओर से ताप पहुंचाने के स्थान पर २८वें चित्र के अनुसार उसे नीचे की ओर से उष्ण करें तो थोड़ी ही देर में सारा पानी उष्ण होकर खौलने लगेगा। निदान! जैसा कि ४७वीं परीक्षा में अभी वर्णन हो चुका है यहां भी वही अवस्था होती है। पानी के कणिक जब उष्ण हो जाते हैं तो हलके होने के कारण नीचे से ऊपर आते हैं और ऊपर से ठंडे कणिक भारी होने के कारण उन के स्थान पर नीचे जाते हैं और इस प्रकार से एक लहर सी उत्पन्न हो जाती है जैसा कि अठाईसवें चित्र से स्पष्ट है अर्थात्

पानी के उष्ण कणिक बर्तन के बीच में से ऊपर को

अठाईसवां चित्र

जाते हैं और ठंढे कणिक बर्तन की दिशाओं की ओर से ऊपर से नीचे को आते हैं ॥

संसार में परिवर्तन द्वारा मेल के कई अच्छे अच्छे उदाहरण हैं। जब किसी झील का पानी अति शीतलता के कारण ठण्डा होजाता है तो वह भी

इसी का उदाहरण है इस के उपरि भाग के कणिक ठंडे हो कर भारी हो जाते हैं और भारी होने के कारण नीचे बैठ जाते हैं और उन के स्थान पर नीचे से उष्ण कणिक हलके होने के कारण ऊपर आते रहते हैं। इसी प्रकार से होते होते थोड़े समय में झील का सारा पानी जमाओ के दरजे से ४ दरजे के लगभग ऊपर रह जाता है। इस के पश्चात् जब पानी और भी अधिक ठंडा होता जाता है तो नियम के विरुद्ध सुकड़ जाने के स्थान पर फैलने लगता है और जब पानी जम कर बर्फ़ बन जाता है तो बर्फ चूंकि पानी से हलकी होती है वह उपरि-भाग ही पर रहती है नीचे नहीं जाती ॥

यदि बर्फ पानी से भारी होती तो उपरि भाग पर तैरती न रहती परन्तु बनते ही नीचे बैठ जाती और पानी की एक और तह ऊपर आजाती और फिर यह भी थोड़ी देर में ठंडी पड़ कर जम जाती। निदान इसी प्रकार से थोड़े समय में सारी झील

नीचे से ऊपर तक बर्फ की बन जाती परन्तु ऐसा होता नहीं। जब झील का प्रथम उपरि भाग जम कर बर्फ़ हो जाता है तो बाहिर की शीतलता को दूसरी तह जमाने के लिये प्रथम तह में से गुजरना पड़ता है यह व्यवहार बहुत धीरे धीरे प्रतीत पड़ता है इसी लिये किसी झील के सदा जमे रहने का सन्देह नहीं है॥

इसी प्रकार से वायु में भी बलवान् परिवर्तन द्वारा मेल की लहरें चला करती हैं यही कारण है कि चिमनी का उष्ण वायु ऊपर चढ़ जाता है और उस के स्थान पर कमरे का शीतल वायु चिमनी के अन्दर आता रहता है और जो व्यवहार कमरे में चिमनी की अग्नि से होता है वही पृथिवी पर वायु के प्रबंध में बड़े भारी प्रकार से दिखाई देता है क्योंकि पृथिवी के उन स्थानों पर जो भूमध्य-रेखा पर हैं अत्यन्त धूप पड़ने के कारण वहां का वायु उष्ण होकर कमरे के वायु की न्यायीं

ऊपर चढ़ता है और उस के स्थान पर ध्रुवों से ठंडे वायु की लहरें पृथिवी के उपरि स्थल से लग लग कर उनही स्थानों पर आती हैं। इस रीति से भूमध्यरेखा के निकट से उष्ण वायु ऊपर ऊपर ध्रुवों की ओर जाता है और यह ही वायु वहां से ठंडा होकर पृथिवी के उपरि स्थल से लगकर फिर भूमध्यरेखा की ओर आता रहता है। वायु की यह लहरें जो ध्रुवों से भूमध्यरेखा की ओर आती रहती हैं और पृथिवी के निकट चलती रहती हैं अयनवायु कहलाती हैं॥

६७ विसर्जित ताप और ज्योति——तीसरी विधि जिस के द्वारा कोई उष्ण पदार्थ अपना ताप दूसरे पदार्थों को पहुंचाता है तेज विसर्जन कहलाता है। सूर्य की ज्योति और ताप जो पृथिवी तक पहुंचते हैं इसी रीति से पहुंचते हैं परन्तु हम इतनी दूर क्यों जायें? हमारे कमरे में जो अंगीठी है उस को नमूना क्यों न समझ लें? यदि अंगीठी

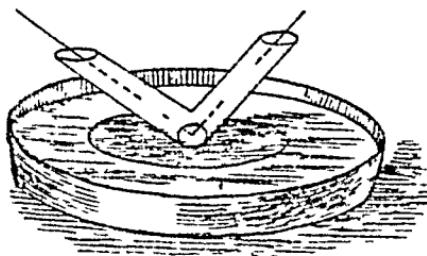
में अग्नि बड़े बल से जल रही हो और उस के सामने जा खड़े हों तो उस के बल से हमारे मुख और आंखों में कुछ थोड़ी सी पीड़ा होने लगेगी॥ अंगीठी की अग्नि बलवान् होती है। यदि हम उष्ण पानी की भरी पतीली लें तो उस में से भी ताप की किरणें निकलती हैं यद्यपि यह सूर्य और अग्नि की किरणों की न्यायीं बल वाली और ज्योति देने वाली न हों। जब किसी पदार्थ यथा मिट्टी के एक गोले को उष्ण करते हैं तो वह उसी समय से उष्ण होना आरम्भ हो जाता है और उस में से ताप की किरणें निकलने लगती हैं परन्तु यह किरणें प्रकाशवान् नहीं अंधेरी होती हैं इस लिये हमारी आखों को दिखाई नहीं देतीं परन्तु जितना २ गोला अधिक उष्ण होता जाता है उस की कुछ कुछ किरणें हमारी आंख पर प्रभाव करने लगती हैं और थोड़ी देर में वह लाल हो जाता है फिर उस का रंग पीला पड़ जाता है। इस के पश्चात् ताप पहुंचते २ गोला श्वेत हो जाता है निदान ! दहक कर

सूर्य की न्यायीं चमकने लगता है। अब हम उष्ण पदार्थों की प्रकाशवान् किरणों का कुछ हाल वर्णन करेंगे॥

६८ ज्योति का वेग—ज्योति एक स्थान से दूसरे स्थान पर किस वेग से जाती है। इस बात को पहिले पहल 'डिनमार्क' के रहने वाले 'रोमर' नामी एक ज्योतिषी ने पता लगाया था। तुम जानते हो कि जब कोई तोप बहुत दूर छूटती है तो हम को पहिले उस के छूटने की चमक दिखाई देती है और फिर थोड़े पलों के पश्चात् उस का शब्द सुनाई देता है सो स्पष्ट है कि तोप छूटते ही उस का शब्द हमारे कान में नहीं पहुंचता क्योंकि वह शब्द चमक दिखाई देने के पश्चात् सुनाई देता है। तोप का शब्द तो निस्सन्देह छूटने के कुछ देर पीछे आता है परन्तु ज्योति क्या उसी समय हम तक पहुंच जाती है? क्या सम्भव है? नहीं कि ज्योति और शब्द तोप के छूटते ही दोनों साथ

चले हों और हम तक पहुंचने में दोनों को कुछ समय लगा हो परन्तु ज्योति शब्द को पीछे छोड़ कर आप आगे निकल आई हो इसी कारण से वह हम को पहिले दिखाई दी हो यह बात केवल निरीक्षण और परीक्षा से सिद्ध हो सक्ती है। ज्योतिषी 'रोमर' ने भी इस को पर्य्यवेक्षण से पता लगाया था। उस का वृत्तान्त यह है कि तारा मंडल में एक बड़ा ग्रह है जिस का नाम 'बृहस्पति' है पृथिवी जो सूर्य के गिरद घूमती है तो कभी २ उस ग्रह से वहुत दूर हो जाती है और कभी निकट। बृहस्पति के गिरद चार उपग्रह घूमते हैं उन में से एक नियमित समय के उपरान्त उस के मण्डल या उपरि भाग पर एक ओर से दूसरी ओर गुज़रा करता है अर्थात् बृहस्पति का ग्रहण हो जाया करता है। ऐसे समय पर दूरवीक्षण (दूरदर्शक) यंत्र लगा कर उस को देखिये तो बृहस्पति के बड़े मण्डल पर से एक काला धब्बा सा एक ओर से दूसरी ओर गुजरता हुआ दिखाई देगा। ज्योतिषी 'रोमर' ने

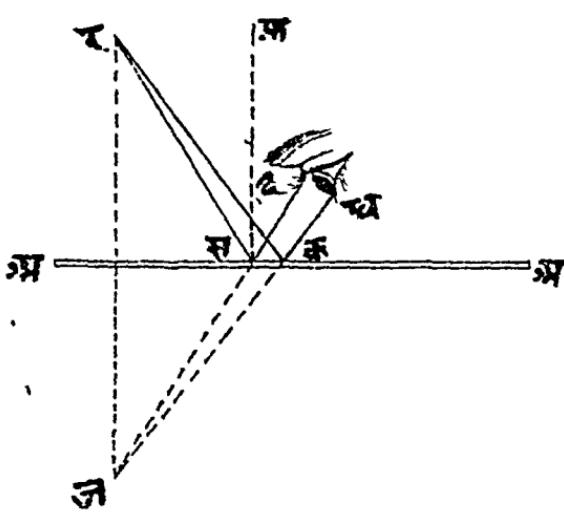
पता लगाया कि जब बृहस्पति हम से बहुत दूर होता है तो उस के उपग्रह का लंघन (गति) अपने नियमित समय से कुछ पीछे दिखाई देता है और इस से उस ने यह समझ लिया कि हमको बृहस्पति का ग्रहण ठीक उसी समय ही नहीं दिखाई देता जिस समय उपग्रह उस के मंडल पर गुजरता है वरंच जिस प्रकार से तोप छूटने के कुछ देर पीछे उस का शब्द हमारे कान में आता है उसी प्रकार से जब बृहस्पति का उपग्रह उस पर से गुजरता है तो उस की ज्योति को भी हमारी आंख तक पहुंचने में कुछ समय लगता है ॥

निदान ! अब तुम को पता लग गया कि ज्योति और शब्द दोनों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुंचने में कुछ समय लगता है केवल इतना भेद है कि ज्योति शब्द की अपेक्षा बहुत शीघ्र चलती है । ज्योति तो एक सैकण्ड में १८६००० मील चलती है और शब्द केवल ११००

फुट एक सैकण्ड में चलता है। यद्यपि सूर्य हम से नौ करोड़ मील दूर है परन्तु इस गणना से उस की ज्योति आठ मिण्ट में हम तक पहुंच जाती है। यदि सूर्य की ज्योति तत्क्षण जाती रहे तो आठ मिंट तक हम को पता भी न हो॥

ऊपर के वर्णन से यह न समझना कि ज्योति के छोटे २ कणिक होते हैं जो उष्ण पदार्थों में से निकल २ कर १८६००० मील हर सैकण्ड के वेग से उड़ते फिरते हैं यदि यह होता तो ज्योति की किरणें हम पर पड़ते ही हमारा चूरा २ कर देतीं। जिस प्रकार से हम यह कहते हैं कि शब्द हमारे कान के अन्दर जाता है उसी प्रकार से यह कह सक्ते हैं कि ज्योति हमारी आंख के अन्दर जाती है। ऊपर वर्णन हो चुका है कि जब किसी तोप का शब्द हमारे कान में आता है तो उस से यह अभिप्राय नहीं है कि वायु के छोटे २ कणिक तोप से हमारे कान तक चले आते हैं। इसी प्रकार से

जब कोई ज्योति की किरण हमारी आंख में आती है तो उस से भी यह न समझना चाहिये कि प्रकाशवान् पदार्थ से कोई कणिक निकलकर हमारी आंख में आ जाता है। दोनों अवस्थाओं में वायु या ईथर के द्वारा जो हमारे और उस पदार्थ के बीच में उपस्थित है एक प्रकार का धक्का हम तक इस रीति से पहुंचता है जिस प्रकार से ४४ भाग में हाथी दांत की गोलियों की परीक्षा में वर्णन हो चुका है॥

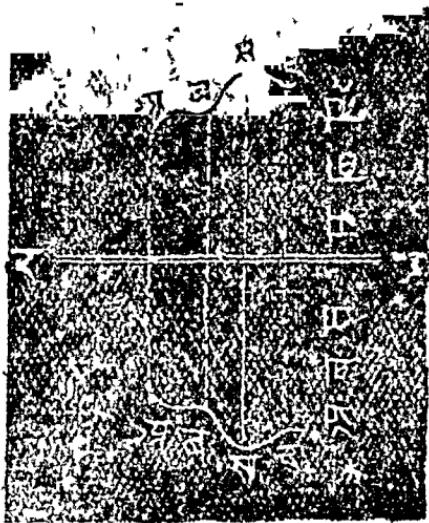
६९ ज्योति का प्रतिक्षेप—जब ज्योति धातु के किसी चमकते हुए उपरि स्थल पर पड़ती है तो वह उस से निवृत्त होकर आती है। यदि तुम किसी शीशे के सामने बत्ती जला करके रक्खो तो उस का चित्र शीशे में दिखाई देगा। बत्ती से शीशे पर किरणें पड़ती हैं और फिर वहां से टकरा कर तुम्हारी आंख में आती हैं और ऐसा दिखाई देता है कि जैसा कि वह बत्ती से नहीं परन्तु शीशे ही से तुम्हारी आंख में आई हैं॥

परीक्षा ४९—प्रतिक्षेप का बृत्तान्त समझने के लिये एक धातु का एक समान चमकता हुआ टुकड़ा लो अथवा एक उथली हुई थाली में पारा डालो और उनत्तीसवें चित्र की न्यायीं एक ऐसी वक्र (टेढ़ी) नली जो नीचे की ओर से खुली हुई

उनतीसवां चित्र

हो पारे के उपरि स्थल पर लगाओ और दाहिनी ओर के सिरे में एक वत्ती की ज्योति इस नली के अन्दर डालो और वाईं ओर से सिरे पर आंख लगा कर देखो तो उस वत्ती की ज्योति; पारे के उपरि स्थल पर से प्रतिक्षिप्त होकर तुम्हारी आंख में आयगी ॥

इस परीक्षा में वत्ती की ज्योति नली के एक भाग में से उतर कर पारे के उपरि स्थल पर पड़ती है और वहां से प्रतिक्षिप्त होकर नली के दूसरे भाग- में से तुम्हारी आंख में पहुंचती है। इस बात के लिये दो बातें आवश्यक हैं। प्रथम तो दोनों नलियों का झुकाओ एक समान होना चाहिये और दूसरे एक नली दूसरी नली के ठीक सामने हो इस रीति से कि यदि वह तत्क्षण गिर कर सीधी हो जायें तो दोनों एक रेखा में हों। जब कोई ज्योति की किरण चमकती हुई उपरि स्थल पर पड़ती है तो उस स्थल से प्रतिक्षिप्त होते समय उस का झुकाओ उतना होता है जितना उपरि स्थल पर पड़ते समय था और यदि कोई पुरुष इन दोनों किरणों को सीधा करके उपरि स्थल पर रक्खे तो दोनों से एक सीधी रेखा बन जाय॥

प्रतिक्षेप का यह नियम रेखा गणित के पढ़े बिना अच्छे प्रकार से समझ में नहीं आसक्ता फिर

भी नीचे के चित्र से कुछ न कुछ समझ में आ जायगा। इस चित्र में "र" एक प्रकाशवान् स्थान है जिस से किरणें निकलती हैं और "अ, अ" एक शीशा है र-स और र-क ज्योति की दो किरणें

तीसरा चित्र

हैं जो चिन्ह "र" से निकलकर शीशे में स्थान "स" और "क" पर पड़ती हैं। इसके पश्चात् किरणें प्रतिक्षिप्त होकर देखने वाले की आंख में "स-द" और "क-ध" की सीध पर इस रीति से

अतीत होंगी कि शीशे पर किरण "र-स" के पड़ने का झुकाओ किरण "स-द" के प्रतिक्षेप के झुकाओ के तुल्य होगा और "र-क" के गिरने का झुकाओ "क-ध" के प्रतिक्षेप के झुकाओ के तुल्य होगा। यदि अनुमान करो कि किरण स-द और किरण क-ध अपनी २ सीध में शीशे के अन्दर से परली ओर बढ़ाई जायें तो वह "ज" अथवा उस स्थान पर मिल जायेंगी जो शीशे से उतना नीचा है जितना प्रकाशवान् स्थान "र" उस से ऊंचा है। इस कारण से देखने वाले को निस्सन्देह ऐसा प्रतीत होगा कि यह किरणें स्थान "र" से नहीं परन्तु स्थान "ज" से निकली हैं और उसके प्रतिछाया "ज" का प्रत्यक्ष स्थान उस शीशे के उतना पीछे दिखाई देगा जितना प्रकाशवान् स्थान "र" उसके आगे है॥

इसी रीति से जब तुम शीशे के आगे खड़े होते हो तो तुम को अपना चित्र शीशे के उतना

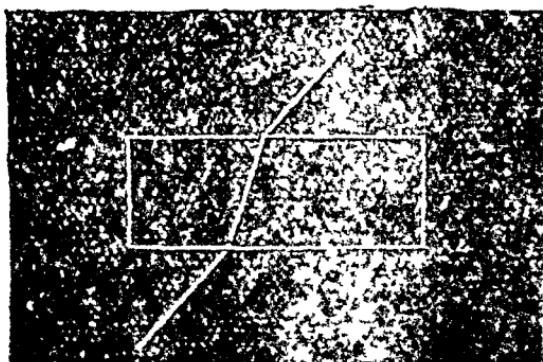
पीछे दिखाई देता है जितना तुम उस से आगे होते हो यदि तुम शीशे के निकट जा खड़े हो तो तुम्हारा चित्र भी उसके पीछे निकट आ जायगा। यदि

इकत्तीसवां चित्र

तुम उस से पीछे हटोगे तो तुम्हारा चित्र भी शीशे में पीछे हटेगा परन्तु इस प्रतिक्षिप्त हुए २ चित्र में इतना भेद होगा कि तुम्हारा वामहस्त (दायां हाथ) प्रतिक्षिप्त हुए २ चित्र का बायां हाथ होगा और तुम्हारा

दायां ओर चित्र का बायां ओर होगा । इस को छोड़ कर और सब रीति से वह प्रतिक्षेप ठीक २ तुम्हारा चित्र होगा ॥

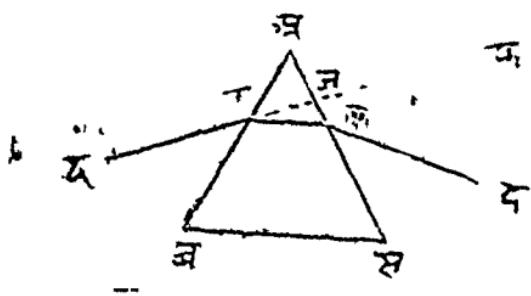
इकत्तीसवें चित्र में जो वस्तु शीशे से ऊपर है उस का चित्र नीचे दिखाया गया है देखो इस प्रतिक्षेप में अक्षर बायें से दायें को हैं और आदर्श के अनुसार दायें से बायें को नहीं ॥

जिस वस्तु में चित्र दिखाई देता है यदि उस का उपरिस्थल एक समान नहीं है तो उस में कभी २ आश्चर्यमय चित्र दिखाई दिया करते हैं यथा तापमापक यन्त्र की पारे से भरी गोली में देखोगे तो तुम्हारा चित्र छोटा सा और कुरूप (बेढंगा) प्रतीत होगा और कमरे के भाग जो बहुत दूर हैं अत्यन्त ही छोटे दिखाई देंगे ॥

बाईसवें चित्र की न्यायीं दो प्रतिबिम्बके उत्पादक कटोरे एक दूसरे के सामने लगाओ और जिस प्रकार से पहिले एक कटोरे के किरण केन्द्र पर

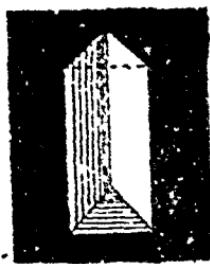
यद्दी रक्खी थी और दूसरे पर कान लगाया था अब एक पर तो दहकता हुआ गोला रक्खो और दूसरे पर अपना हाथ। थोड़ी देर में तुम्हारे हाथ को इतनी उष्णता प्रतीत होगी कि सहन न हो सकेगी और यदि यह कटोरे बड़े २ हों और एक के किरण केन्द्र पर अग्नि जल रही हो यद्यपि दोनों के भीतर ५० फुट का अन्तर ही क्यों न हो तो भी तुम दूसरे के किरण केन्द्र पर मांस भून सक्ते हो। इस का कारण यह है कि एक के किरण केन्द्र पर अग्नि में से ताप की किरणें निकल कर अपने पास के कटोरे पर पड़ती हैं और वहां से प्रतिक्षिप्त होकर दूसरे कटोरे पर आती हैं और फिर यहां से प्रतिक्षिप्त होकर सब उसके किरण केन्द्र पर एकत्र हो जाती हैं। इसका वृत्तान्त यह है कि एक किरण केन्द्र पर तो अग्नि जल रही है और दूसरे पर उस का चित्र है और इस चित्र में इतनी उष्णता होती है कि यदि चाहें तो मांस भून लें ॥

७० ज्योति का वक्रीभवन--परीक्षा ५०--किसी गहरे पियाले में एक छोटी सी भारी वस्तु यथा रुपया अथवा पैसा रख कर अपनी आंख इस रीति से लगाओ कि पियाले के किनारे से केवल वह वस्तु तुम्हारी दृष्टि से छिप जाय। फिर किसी पुरुष से कहो कि इस पियाले को जल से पूर्ण भर दो। पानी के अन्दर से वह वस्तु अब तुम को स्पष्ट दिखाई देने लगेगी। इसका कारण यह है कि पानी के अन्दर जो वस्तु पड़ी हुई है उस से ज्योति की किरण निकल कर जब पानी के उपरिस्थल से बाहिर निकलती है तो मुड़ कर उसकी दिशा बदल जाती है और इस कारण से अब तुम इस वस्तु को यद्यपि वह किनारे के पीछे है देख सक्ते हो और यदि वह वस्तु रुपये अथवा पैसे के स्थान पर कोई छोटी सी मछली हो तो वह भी तुम को वहां से देख सक्ती है॥

इस से प्रतीत होता है कि यदि ज्योति की कोई तिरछी किरण पानी के उपरिस्थल पर पड़ती

है तो पानी के अन्दर जाते समय उसका तिरछापन कम होजाता है या इस रीति से कहो कि जब कोई किरण पानी के अन्दर से निकलती है तो वायु में आते समय उसका तिरछापन अधिक होजाता है । यदि ज्योति की किरण पानी के सरोवर या किसी पारदर्शक शीशे के उपरिस्थल पर पड़ेगी तो भी यही अवस्था होगी अथवा शीशे में जाते समय

बत्तीसवां चित्र

तिरछी किरण का तिरछापन कम हो जायगा । यदि शीशे का टुकड़ा एक समान और मोटा होगा

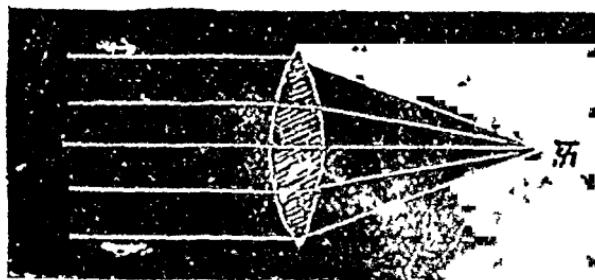
तो ज्योति की किरण का उसके भीतर से जाना इस प्रकार का होगा जैसा बत्तीसवें चित्र की टेढ़ी रेखा से प्रतीत होता है। इस चित्र से स्पष्ट है कि शीशे के अन्दर जाने से पहिले और उसके अन्दर से निकलने के पश्चात् किरण की दिशा एक ही है यद्यपि एक रेखा में नहीं। हां शीशे के अन्दर उस की दिशा कुछ और है॥

परन्तु अनुमान करो कि शीशे का टुकड़ा ठीक चपटा नहीं पर तीन पहिलू वाला पच्चड़ के आकार का है। यदि उसको इस पृष्ठ पर खड़ा करें तो उसके बैठने का चित्र तेंतीसवें चित्र की न्यायीं

तैंतीसवां चित्र

होगा और उसके खड़ा होने का चित्र चौंतीसवें चित्र से मिलता होगा । ऐसे शीशे को त्रिपार्श्व कहते हैं ॥

इसका आकार तुम को पता लग गया । अब यह समझना शेष है कि ज्योति की किरण उस में से अतीत होते समय किस ओर प्रतिक्षेप करती है । यह भी तेंतीसवें चित्र में स्पष्ट है । देखो इस चित्र

चौंतीसवां चित्र

से पता लगता है कि शीशे के अन्दर किरण जाकर उसके मोटे भाग की ओर मुड़ गई और इस से उसकी दिशा सारी बदल गई ॥

पस पता लग गया कि जब ज्योति की किरण पच्चड़ के आकार के शीशे के अन्दर से

गुज़रती है तो उसके मोटे भाग की ओर मुड़ जाती है ॥

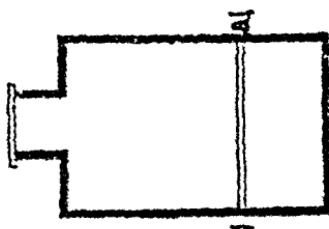
७१ लैन्स अथवा ताळ और चित्र जो उस से उत्पन्न होते हैं ॥ अब हम त्रिपार्श्व शीशे के स्थान पर एक और आकार का शीशा लेकर देखते हैं कि उस में गुज़रते समय किरण की क्या अवस्था होती है। अनुमान करो कि यह शीशा टिकिया सा गोळ बीच में बहुत मोटा और किनारों पर से बहुत पतला है। जब उसे पीठ की ओर से देखते हैं तो गोळ सा दिखाई देता है और किनारों की ओर से देखते हैं तो पैंतीसवें चित्र का सा आकार दिखाई देता है। ऐसे शीशे को अंगरेज़ी में "लैन्स" कहते हैं ॥

पैंतीसवां चित्र

भला! जब इस आकार के शीशे पर बहुत सी किरणें दूर से आकर पड़ेंगी तो प्रतिक्षेप के

समय उनकी क्या अवस्था होगी ? सत्य यह है कि यह शीशा भी पच्चड़ के आकार का होता है

छत्तीसवां चित्र

परन्तु तीन पहिलू वाले पच्चड़ के आकार का नहीं। गोल पच्चड़ की न्यायीं होता है। चूंकि बीच में से बहुत मोटा होता है इसलिये ज्योति की किरणें चारों ओर से बीच के मोटे भाग की ओर झुक कर छत्तीसवें चित्र के अनुसार एक ही चिन्ह पर या उसके लगभग एकत्र हो जायेंगी॥

जब सूर्य चमक रहा हो और तुम कोई ताल उस के सामने इस प्रकार से रक्खो कि सूर्य की

किरणें ठीक उस के उपरि स्थल पर पड़े तो यह किरणें उस शीशे के दूसरी ओर एक चिन्ह पर या उस के लगभग एकत्र हो जायेंगी और यदि इस स्थान पर कागज़ का टुकड़ा रख दोगे तो उस पर सूर्य का एक छोटा सा प्रकाशवान् चित्र दिखाई देगा। उस में ऐसा अधिक ताप होगा कि कागज़ जल उठेगा। निदान ! अब यह शीशा सूर्यकान्त मणि (जलाने वाले शीशे) का काम देगा ॥

परीक्षा ५१—ऐसे ताल से, जिस प्रकार से कागज़ पर सूर्य का चित्र या प्रतिच्छाया उत्पन्न हो गयी थी उसी प्रकार से और हर एक वस्तु का चित्र भी बन जायगा यथा यदि बत्ती जलाकर उस के सामने इस प्रकार से रक्खें कि बत्ती की किरणें सीधी उस शीशे पर पड़ें और पीठ की ओर एक चिकना कागज़ रखदें तो उस पर बत्ती का चित्र बन जायगा। केवल इतना भेद होगा कि उलटी होगी अथवा ऊपर का सिरा नीचे की ओर और

नीचे का सिरा ऊपर की ओर दिखाई देगा। एक बत्ती के साथ ही यह अवस्था नहीं होती। कोई वस्तु क्यों न हो, यदि वह कुछ भी प्रकाशवान् है तो ताल के सामने थोड़ी दूर पर रखने से शीशे के पीछे उस का भी एक छोटा सा चित्र बन जायगा और यदि तुम अपना मुख उस के सामने रक्खोगे तो तुम्हारे मुख का भी एक छोटा सा चित्र शीशे के पीछे बन जायगा। जो लोग छाया चित्र उतारते हैं वह यही करते हैं। उन के पास एक संदूकचा होता है जो अन्दर से काला होता है उस में एक ओर ताल लगा हुआ होता है। उस संदूकचे का चित्र नीचे दिया हुआ है। जिस वस्तु का चित्र

छैंतीसवां चित्र

उतारने की आवश्यकता होती है चित्रकार उस के सामने शीशा लगा देता है। इस से काले संदूकचे के अन्दर उस वस्तु का छोटा सा चित्र उतर आता है इस चित्र को प्रथम तो वह एक विशेष शीशा जिसको अंग्रजी में 'ग्रौण्ड ग्लास' कहते हैं लगा कर देखता है कि उस वस्तु की प्रतिच्छाया ठीक ठीक पड़ती है या नहीं। फिर उस शीशे को निकाल कर उस के स्थान पर एक और शीशा रख देता है जिस के उपरिस्थल पर एक ऐसी वस्तु लगी होती है जिस पर ज्योति अपना प्रभाव कर सकती है। अब संदूकचे के अन्दर प्रतीच्छाया उस रसायनी वस्तु पर पड़ेगा और चित्र के जो जो स्थान प्रकाशवान् हैं वह शीशे के मसाले वाले उपरि स्थल पर अपना प्रभाव उत्पन्न करके उस की अवस्था बदल देंगे परन्तु जो जो स्थान प्रकाशवान् नहीं हैं वहां शीशे के उपरिस्थल पर कुछ प्रभाव न होगा। निदान! जिस वस्तु का चित्र लेते हैं उस उपाय से उसकी

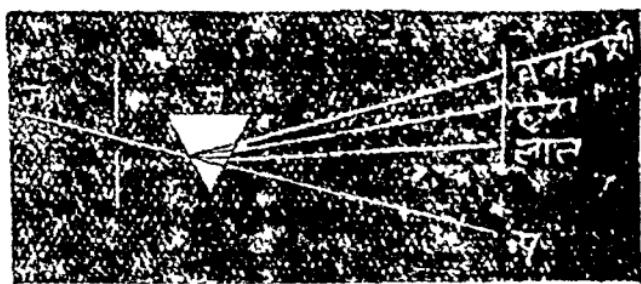
प्रतिच्छाया मसाले वाले उपरिस्थल पर आप ही आप उतर आती है परन्तु इस चित्र में वस्तु के प्रकाशवान् स्थान तो काले दिखाई देते हैं और काले स्थान प्रकाशवान्। इस लिये इस चित्र को चित्रकार 'विलोम' कहते हैं और इस विलोम चित्र से साधारण प्रतिच्छाया (चित्र) जिन्हें अनुलोम चित्र कहते हैं उतार ली जाती हैं ॥

७२ महत्त्व प्रदर्शक ताल—लैन्स शीशा एक और काम भी आ सक्ता है। इस के द्वारा कोई अति सूक्ष्म वस्तु बड़ी दिखाई दे सक्ती है। इस अवस्था में उस को महत्त्वप्रदर्शक ताल कहते हैं और निश्चय है कि यह तुम में से प्रायः बहुतों ने देखा होगा। यदि हम चाहें कि कोई वस्तु अपने आयतन से बड़ी दिखाई दे तो उस शीशे को उस के बहुत निकट रखना चाहिये। दूर की वस्तु यथा चांद, तारे इत्यादि इस प्रकार के महत्त्वप्रदर्शक ताल से बड़े नहीं दिखाई दे सक्ते। केवल पास ही की वस्तु बड़ी

दिखाई देती हैं। यदि हम को इस बात की आवश्यकता हो कि चांद या कोई तारा बड़ा दिखाई दे तो एक के स्थान पर दो शीशे लगाने चाहियें। एक तो बड़ा जिस से तारे या चांद का चित्र इस प्रकार से उतर आवे जिस प्रकार से जलाने वाले शीशे से सूर्य का चित्र उतर आता है और दूसरा महत्त्वप्रदर्शक जिस से वह चित्र जो बड़े शीशे के द्वारा उत्पन्न होता है बड़ा दिखाई दे॥

निदान! जब हम को इस बात की आवश्यकता होती है कि कोई निकट की वस्तु अपने आयतन से बड़ी दिखाई दे तो महत्त्वप्रदर्शक ताल को काम में लाते हैं और जब दूर की वस्तु को बड़ी देखना चाहते हैं तो प्रथम एक लैन्स के द्वारा उस दूर की वस्तु का चित्र अपने निकट ले आते हैं और फिर उस निकट के चित्र को असली वस्तु के स्थान पर समझ कर महत्त्वप्रदर्शक शीशे के द्वारा अच्छे प्रकार से देख सक्ते और बढ़ा सक्ते हैं। दो शीशों

के इस जोड़ को जिस में एक शीशे के द्वारा तो दूर की वस्तु का चित्र बन जाता है और दूसरे से वह चित्र अपने आयतन से बड़ा दिखाई देता है दूरवीन कहते हैं साधारण दूरवीनों में यह शीशे नलों के अन्दर लगे हुए होते हैं इस से इधर उधर की वृथा ज्योति अन्दर नहीं आने पाती ॥

७३ भिन्न वर्णों (रंगों) की ज्योति का भिन्न प्रतिक्षेप होता है—यह वर्णन तो ऊपर आ चुका है कि ज्योति की किरण त्रिपार्श्व में से गुज़रते समय किस ओर प्रतिक्षिप्त हो जाती है अब यहां यह बताना उचित है कि हर रङ्ग की ज्योति का प्रतिक्षेप एक समान नहीं होता परन्तु भिन्न होता है । अड़तीसवें चित्र को देखो कि ज्योति की किरण जो लाल है त्रिपार्श्व में से गुज़र कर किस ओर प्रतिक्षिप्त हुई है। यदि यह किरण रक्त (लाल) नहीं नारंजी होती तो इस से कुछ अधिक प्रतिक्षिप्त होती और यदि पीत (पीली) होती तो

और भी अधिक। यदि हरित (हरी) होती तो पीली से भी अधिक। आकाशवर्ण (आसमानी) होती तो हरी से भी बढ़कर। नीली होती तो आसमानी से भी अधिक और हरिद्रावर्ण (वनफशी) होती तो नीली से भी बढ़कर प्रतिक्षिप्त होती पस यदि कोई किरण यौगिक हो और उस में उन सातों रङ्गों (लाल, नारंजी. पीला, हरा, आसमानी, नीला, वनफशी) की किरणें मिली हों तो जब वह त्रिपार्श्व में से निकलेंगी हर एक रङ्ग की किरण का प्रतिक्षेप अपने पास की और किरणों से भिन्न होगा। इस लिये वह सब की सब एक दूसरी से पृथक् हो जायेंगी और भिन्न रङ्ग दिखाई देंगे यद्यपि वह त्रिपार्श्व के अन्दर जाते समय मिली जुली थीं ॥

निदान ! त्रिपार्श्व ज्योति की यौगिक किरण को फाड़ कर भिन्न रङ्ग की किरणों को पृथक् २ कर देता है। यह सुन कर तुम आश्चर्यमय हो जाओगे कि श्वेत ज्योति यथा धूप निस्सन्देह इन

सातों रङ्गों की किरणों के मिलने से बनी है परन्तु कुछ विचार करने से तुम को निश्चय हो जायगा कि निस्सन्देह यह ही बात है। तुम ने देखा होगा कि जब ज्योति की किरणें अवश्याय बिन्दुओं (ओस की बूंदों), स्फटिक अथवा हीरे और मोतियों के टुकड़ों पर पड़ती हैं तो कई प्रकार के मनोहर रङ्ग कैसे उत्तम दिखाई देते हैं॥

ऐसे समय पर इन में इन्द्रधनु के सारे रङ्ग झलका करते हैं। इस से हमारे चित्त में यह प्रश्न उत्पन्न होता है कि कहीं इन्द्रधनु के रङ्ग भी तो इसी प्रकार से नहीं उत्पन्न होते ? सत्य यह है कि जिस प्रकार से प्रातःकाल घास पर ओस के सैंकड़ों मोती से बिखरे हुए दिखाई देते हैं उसी प्रकार से जब आकाश में भी पानी की हज़ारों छोटी २ बूंदें उपस्थित होती हैं तो उन पर ज्योति की किरण पड़ने से इन्द्रधनु उत्पन्न होजाता है। अंग्रेज़ी में जो इन्द्रधनु को रेनबो अर्थात् वर्षा का धनुष् कहते हैं

उस से प्रतीत होता है कि इन्द्रधनु पानी की बूंदों से उत्पन्न होता है। निदान यह सब दृश्य (तमाशे) एक ही कारण से उत्पन्न होते हैं। यह बात पहिले पहिल "इङ्गलिस्तान" के प्रसिद्ध ज्योतिषी "सर-आईज़क न्यूटन्" ने जानी थी कि श्वेत ज्योति निस्सन्देह कई भिन्न रङ्गों की किरणों से यौगिक है और जब श्वेत ज्योति कई पदार्थों के अन्दर से गुजरती हैं तो उसकी किरणें पृथक् २ होजाती हैं यथा त्रिपार्श्व से भी इसी बात का पता लगता है

अट्ठाईसवां चित्र

और वह ज्योति की यौगिक किरण को फाड़ कर, भिन्न रङ्ग की किरणों को पृथक् २ कर देता है ॥

अनुमान करो किसी अन्धेरी कोठड़ी के किवाड़ में एक पतला सा लम्बा दरार है जिस से धूप की किरणें सीधी गुज़रती हैं। उसको जब कोई ऊपर से देखे तो उसकी अवस्था अड़तीसवें चित्र के अनुसार दिखाई देगी। प्रथम यदि हमारे पास कोई त्रिपार्श्व न हो और हम स्थान "अ" से खड़े होकर किवाड़ की झीत (झरी) की ओर चिन्ह "ज" को देखें तो केवल एक प्रकाशवान् दरार दिखाई देगा और उसके विना कुछ न दिखाई देगा। अब हम यदि इस चित्र के अनुसार ज्योति के मार्ग में त्रिपार्श्व लगायें तो हमारी आंख को "अ" के स्थान से वह दरार न दिखाई देगा। परन्तु यदि हम ऊपर वर्णन किये हुए शीशे के मोटे स्थान की ओर आंख ले जायेंगे तो दरार की ज्योति हम को दिखाई देगी परन्तु अब उसकी

कुछ और ही अवस्था होगी । पहिले की न्यायीं उसका आकार एक पतले प्रकाशवान् दरार का सा न होगा परन्तु रङ्ग बरङ्ग की ज्योति का एक पटका सा दिखाई देगा जिस की एक ओर से पहिली धारी लाल, दूसरी नारंजी, तीसरी पीली, चौथी हरी, पांचवीं आसमानी, छटी नीली और सातवीं बनफशी होगी ॥

यह बात ऊपर के वर्णन से सहज में समझी जासक्ती है । यदि इस बात का ध्यान रक्खा जाय कि सूर्य की श्वेत ज्योति निस्सन्देह और सब रङ्गों की ज्योति से मिलकर बनी है और यही कारण है कि ज्योति की किरणें त्रिपार्श्व के अन्दर से गुज़र कर केवल प्रतिक्षिप्त ही नहीं होतीं परन्तु उनका प्रतिक्षेप भी भिन्न होता है । हर रङ्ग की ज्योति की धारी पृथक् २ दिखाई देती है । इस प्रकार से दरार के बहुत से छोटे २ प्रकाशवान् चित्र पास २ बन जाते हैं । इसे दरार के चित्र क्या बरंच ज्योति की धारियों का पटका कहना चाहिये । इस में

प्रथम धारी लाल होगी क्योंकि लाल रङ्ग की किरणें सब से कम प्रतिक्षिप्त हुआ करती हैं और सब से अन्त की बनफ़शी क्योंकि इस रङ्ग की किरणें सब से अधिक प्रतिक्षिप्त हुआ करती हैं। ज्योति के रङ्ग ब्रङ्ग के पटके को सप्तरङ्ग कहते हैं। यदि यह रङ्ग बरङ्ग का पटका सूर्य की ज्योति से उत्पन्न किया गया हो तो उसको सूर्य के सप्तरङ्ग कहते हैं।

७४ पूर्व विषय का संक्षेप से वर्णन—विसर्जित ताप और ज्योति के वर्णन में तुम पढ़ चुके हो कि जब किसी पदार्थ को ताप पहुंचाना आरंभ करते हैं तो उस में से पहिले अन्धेरी किरणें निकलती हैं और जितना वह उष्ण होता जाता है उसकी किरणें प्रकाशवान् होती जाती हैं और आंखों पर प्रभाव करने लगती हैं और उसी के साथ एक समान उपरिस्थल से जो किरणें प्रतिक्षिप्त होती हैं उनका वर्णन हुआ है और यह भी बताया

गया है कि जब वह पानी और शीशे में से गुजरती हैं तो अपनी दिशा से किस प्रकार से प्रतिक्षिप्त होजाती हैं और जब त्रिपार्श्व में से गुज़रती हैं तो उसके अधिक मोटे भाग की ओर झुक जाती हैं। फिर तुम को यह समझाया गया कि लैन्स शीशे में से गुजरते समय किरणें चारों ओर से उसके केन्द्र अथवा अधिक मोटे स्थान की ओर झुक जाती हैं और यदि इस शीशे पर सूर्य की किरणें पड़ें तो दूसरी ओर सूर्य का एक छोटा सा चित्र बन जाता है और यह इतना उष्ण होता है कि कागज के टुकड़े में आग लग जाती है और हाथ रक्खो तो जल जाता है॥

यह भी बताया गया है कि जब किसी तारे अथवा चांद को लैंस शीशे के द्वारा देखते हैं तो वैसा ही आकार उनका बन जाता है। फिर यदि इस आकार के निकट महत्त्व प्रदर्शक ताल लगा कर देखोगे तो वह तारा अथवा चांद बहुत बड़ा दिखाई देगा और उन दोनों शीशों के जोड़ को

दूरवीन कहते हैं। इस विषय के अन्त में यह बात भी वर्णित हुई है कि त्रिपार्श्व के द्वारा भिन्न रङ्गों की किरणें प्रतिक्षिप्त होकर भिन्न २ स्थानों पर पड़ती हैं। इस कारण त्रिपार्श्व, ज्योति की यौगिक किरण को फाड़ कर इसके भाग पृथक् २ कर देता है। इस विषय को समाप्त करने से पहिले इस पर भी ध्यान करना चाहिये कि ताप क्या वस्तु है॥

७५ ताप क्या वस्तु है?—हम वर्णन कर आये हैं कि ताप किस बात में शब्द से मिलता है और यह भी बता चुके हैं कि उष्ण पदार्थों में काम करने की शक्ति अथवा बल होता है आओ अब हम इन दोनों वस्तुओं की सदृशता पर फिर ध्यान करें। शब्द में हम को दो बातों का वृत्तान्त जानना पड़ता है प्रथम थरथराने वाले पदार्थों का द्वितीय उन धक्कों का, जो इस पदार्थ से वायु में होकर हमारे कान तक पहुंचते हैं और हम को शब्द सुनाई देता है॥

हम वर्णन कर आये हैं कि जो पदार्थ उष्ण होते हैं उनके छोटे २ कणिक बहुत शीघ्र गति किया करते हैं और जिस प्रकार से थरथराने वाले पदार्थ से शब्द निकल कर कान में आया करता है उसी प्रकार से उष्ण पदार्थ से ज्योति निकल कर आंख पर प्रभाव करती है अब ध्यान करना चाहिये कि किसी पदार्थ यथा घड़ियाल या भेरी नकारे में गति या थरथराहट किस प्रकार से उत्पन्न की जाती है। जब घण्टा अथवा नकारे बजाने की आवश्यकता होती है तो मोंगरी या चोब से शीघ्रता से उस पर चोट लगाते हैं। इस से वह थरथराने लगता है। चोब नकारे पर लगने से पहिले गति में होती है और इस कारण से उस में बल अथवा काम करने की शक्ति होती है। भला नकारे पर चोट लगाने के पश्चात् चोब की शक्ति कहां जाती रहती है। तत्त्वतः यह है कि चोट लगा कर वह अपनी शक्ति नकारे को दे देती है और नकारा थरथराने लगता है और यह भी वर्णन आ चुका

है कि थरथराने वाले पदार्थ में शक्ति होती है । इस से सिद्ध हुआ कि चोब का धक्का वृथा नहीं हुआ परन्तु चोब से निकल कर नक़ारे में आ गया ॥

अब अनुमान करो कि एक लुहार अयोघ्र (अहरन) पर सीसे की गोली रख कर बड़े बल से हतौड़ा मारे तो एक धमाका सुनाई देगा परन्तु नकारे की न्यायीं थरथराहट न होगी । भला इस अवस्था में धक्के का बल कहां गया ? जिस प्रकार से पहिली अवस्था में चोब की शक्ति बदल कर नक़ारे में थरथराहट उत्पन्न हो गई थी और उस से हम को एक शब्द सुनाई दिया था । इस प्रकार की थरथराहट तो इस अवस्था में नहीं हुई फिर यह शक्ति किस से बदली ? और उसके बदले में कोई और वस्तु उत्पन्न हुई या नहीं ? हां निस्सन्देह उसके बदले में ताप उत्पन्न हुआ । हथौड़े की चोट से सीसे की गोली उष्ण होगई और -सक सारे अवयवों में थरथराहट होने लगी । यद्यपि नक़ारे के

अवयवों की सी थरथराहट उस में उत्पन्न नहीं हुई। चोट से ताप उत्पन्न होने का यह कारण है कि यदि लुहार उस पर बराबर चोटें लगाये जाय तो अन्त में गोली पिगल जायगी ॥

यदि तुम पीतल का स्वच्छ बटन लेकर लकड़ी पर अच्छे प्रकार से बल से रगड़ोगे तो जितनी तुम्हारी शक्ति उस में खर्च होगी उसके बदले बटन में ताप उत्पन्न हो जायगा और यदि तुम उसको तत्क्षण शरीर पर लगाओगे तो पता लग जायगा कि वह उष्ण है ॥

परीक्षा ५२—अब हम यह सिद्ध करते हैं कि धक्के की शक्ति बदल कर एक दूसरी प्रकार की शक्ति हो जाती है जिसे ताप कहते हैं और इस को सिद्ध करने के लिये एक मोमी दिया सलाई जिस की नोक पर फास्फोरस लगी हुई हो पत्थर पर रख कर उस पर हथोड़ा मारो उस से इतना ताप उत्पन्न होगा कि दिया सलाई जल उठेगी ॥

इस से पता लग गया कि चोट या रगड़ से ताप उत्पन्न होता है और तुमने देखा होगा कि अंधेरी रात में जब रेल को चलते २ ठहराते हैं तो ब्रेक ह्वील अर्थात् गति रोकने वाले चक्र (पय्ये) में से चिंगारियां निकला करती हैं । ऐसी अवस्थाओं में गमन की शक्ति जिसे निस्सन्देह आंखें देख सक्ती हैं बदल कर एक और प्रकार की शक्ती हो जाती है जिस को ताप कहते हैं । दोनों में यह भेद है कि गमन वाली शक्ति में तो पदार्थ सारा ही गति करता है और उस के सारे कणिक एक समय में एक ही ओर गति करते हैं परन्तु इस के विपरीत ताप में पदार्थ के कणिक शीघ्र२ आगे पीछे गति करते हैं परन्तु सारे का सारा पदार्थ अपने स्थान पर ठहरा रहता है । पस सिद्ध हो गया कि गमन की शक्ती ताप से बदली जा सक्ती है और इस के विपरीत यह भी होसकता है कि ताप भी कुछ बदल कर कुछ गमन की शक्ती बन सक्ता है । भला भाप वाली कलों में जो इतना काम होता है सब किस से होता है ?

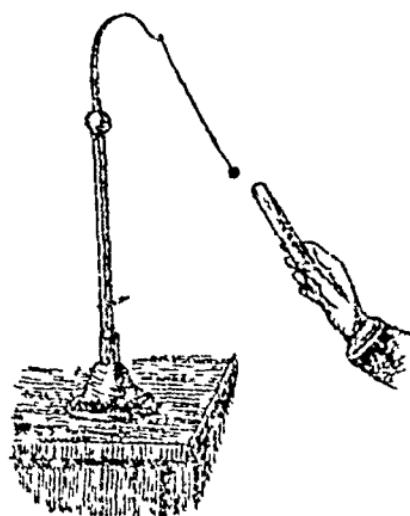
अग्नि ही से होता है क्योंकि उसी से पानी खाल कर भाप बनता है। उस के बल यन्त्र कलें चलते हैं। पस जिन कोइलों के जलने से पानी खौल कर भाप बनता है उन की कुछ ताप की शक्ति जो गमन की शक्ति नहीं है निस्सन्देह बदल कर गमन की शक्ति हो जाती है और दिखाई देने लगती है इस से भाप की कल का मूसल ऊपर तले गति करता है और फलाई हील अथवा इंजन का वह पय्या जिस से गति एक समान रहती है चक्कर खाता है॥

निदान ! जितना काम भाप की कलों से होता है वह सब ताप ही के द्वारा होता ह इस से तुम जान गये होगे कि न केवल गति की शक्ति को बदल कर ताप उत्पन्न कर सक्ते हैं परन्तु भाप की कलों में तापको बदल कर फिर उस से गति की शक्ति उत्पन्न कर सक्ते हैं ॥

———

तड़ित् नियुक्त पदार्थ ।

७६ विद्युद्ग्राहक पदार्थ और विद्युदवाहक पदार्थ—कोई दो हजार वर्ष पहिले यह बात जानी गई थी कि यदि 'अम्बर' अर्थात् तृणमणि की डली को कौशेयवस्त्र (रेशमी कपड़े) से रगड़ें तो वह हलकी २ वस्तुओं को अपनी ओर खैंचने लगती है। सौ वर्ष के लगभग हुए जब डाक्टर 'गिलबर्ट' ने सिद्ध किया कि अम्बर अर्थात् तृणमणि के बिना और भी बहुत सी वस्तु हैं जिन में यही विशेषता पाई जाती है यथा गंधक, लाख, शीशा ॥

प्रथम २ लोगों को विद्युत् या तड़ित् शक्ति का केवल इतना ही ज्ञान था परन्तु आज कल इस विद्या की इतनी वृद्धि हुई है कि इस के द्वारा भारत वर्ष से इंग्लैंड तक एक पल से भी थोड़े समय में समाचार पहुंच जाता है ॥

परीक्षा ५३—एक शीशे की डंडी लो जिस में धातु का दस्ता लगा हुआ हो। फिर उस की डंडी

को रेशमी कपड़े से रगड़ो परन्तु ध्यान रहे कि दोनों अच्छे प्रकार से उष्ण और सूखे हों । अब शीशे में यह विशेषता उत्पन्न हो जायगी कि हलकीर वस्तुओं यथा कागज़ के छोटे २ टुकड़े, सरकण्डे के गुद्दे, पर, ऊर्णा इत्यादि को अपनी ओर खैंचने लगेगा परन्तु यह विशेषता शीशे में केवल उसी स्थान पर होगी जहां से उसे रगड़ा है। निस्सन्देह शीशे में रगड़ने से एक नयी विशेषता उत्पन्न हो गई परन्तु यह विशेषता शीशे की डंडी के सारे उपरिस्थल पर नहीं फैल सक्ती अब धातु के दस्ते को लो और तड़ित्यन्त्र को चला करके उस के विद्युत्–संचायक से दस्ते को लगाओ तो उस में भी शीशे की डंडी की न्यायीं तड़ित् गुण उत्पन्न हो जायगा अथवा वह भी सरकण्डे के गुद्दे और कागज़ के टुकड़ों को अपनी ओर खैंचने लगेगा । शीशे में तो जहां से रगड़ा था वहीं यह विशेषता थी परन्तु धातु के दस्तेमें यह विशेषता केवल उसी स्थान पर न होगी जहां से उस का विद्युत् संचायक लगाया था परन्तु

हर स्थान पर उपस्थित होगी । निदान ! विद्युत् शक्ति धातु के उपरिस्थल पर तो फैल जाती है परन्तु शीशे के उपरिस्थल पर नहीं फैलती । इसी कारण से धातु को विद्युद्वाहक और शीशे का विद्युद-वाहक कहते हैं स्मरण रक्खो कि जिस प्रकार से तड़ित् शक्ति शीशे के सारे उपरिस्थल पर सहज में नहीं फैलती । उसी प्रकार से उस में ताप भी सहज में नहीं चलता परन्तु धातु में यह दोनों सहज में फैल जाते हैं कोइला, तेज़ाब, पानी, जीवों के शरीरों, और पानी में घुल जाने वाले पदार्थों में भी तड़ित् शक्ति सहज में फैल जाती है अर्थात् यह पदार्थ भी विद्युद्वाहक होते हैं यद्यपि धातु के तुल्य नहीं परन्तु रबड़, सूखी वायु, रेशम, शीशा, मोम, गंधक, तृण-मणि, लाख, यह सब अत्यन्त विद्युदवाहक हैं क्योंकि उन में तड़ित् शक्ति फैल नहीं सक्ती । तड़ित् विद्या की परीक्षाओं में सफलता प्राप्त करने के लिये यह चिन्ता रखनी बहुत ही आवश्यक है कि जो तड़ित् शक्ति उत्पन्न की गई है वह किसी

प्रकार से जाती न रहे । निदान ! उस को चारों ओर से विद्युद्वाहक पदार्थों से घेर रखना चाहिये इस लिये अधिक ही आवश्यक है कि जब तड़ित् की परीक्षायें की जायें तो वायु सूखी हो और जिस वस्तु में ताड़ित भरी हो वह शीशे के पायों पर रक्खी हो॥

७७ तड़ित दो प्रकार की होती हैं

परीक्षा ५४—अब हम तुम को यह समझायेंगे कि तड़ित् दो विपरीत प्रकार की होती है। इस बात को सिद्ध करने के लिये उनतालीसवें चित्र का

उनतालीसवां चित्र

यन्त्र लो। उस में सरकण्डे के गुदे की एक छोटी सी गोली रेशमी तागे के द्वारा एक शीशे के सहारे में लटक रही है। प्रथम तो एक शीशे की डण्डी लेकर उस का सिरा रेशमी कपड़े से रगड़ो और उस रगड़े हुए सिरे से वह गोली छुओ। इस से शीशे की तड़ित् शक्ति गोली के अन्दर चली जायगी। और निकल न सकेगी क्योंकि रेशमी तागा, शीशे का सहारा, और आस पास की वायु यदि सूखी हो सब के सब विद्युदवाहक हैं। यह बात ध्यान करने वाली है कि जब शीशे की डण्डी गोली को एक बार छू चुकेगी तो फिर गोली उस की ओर खिंचकर न आयगी परन्तु पीछे हटेगी। अब एक लाख की डण्डी किसी उष्ण और सूखे फ़लालैन के टुकड़े से रगड़ो और इसी प्रकार से रगड़े हुए स्थान को उस गोली के पास लाओ तो वही गोली जो रगड़े हुए शीशे से दूर भागती थी लाख की डण्डी के रगड़े हुए सिरे की ओर खिंच

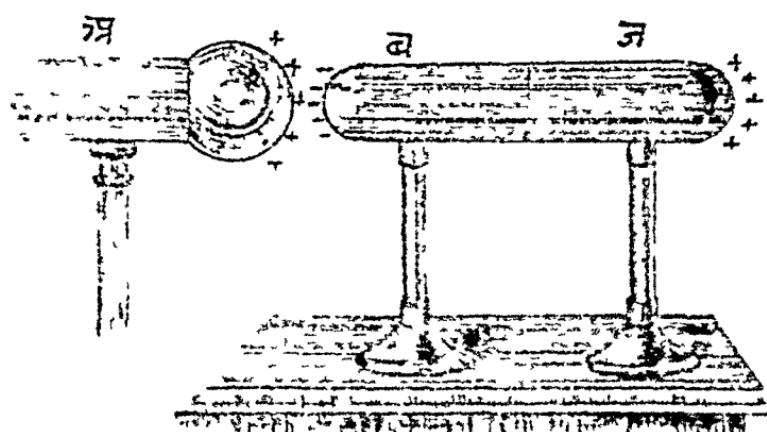
आयगी। इस से पता लग गया कि यदि गुद्दे की गोली को रगड़े हुए शीशे से एक वार छू लें तो वह उस से भागने लगेगी परन्तु रगड़ी हुई लाख की ओर खिंच आयगी ॥

इस के विपरीत यदि हम यह करते कि शीशे के स्थान पर लाख की डण्डी को फलालैन से रगड़ कर गोली को पहिले उस से छूते तो फिर गोली रगड़ी हुई लाख से भागने लगती और रगड़े हुए शीशे की ओर खिंच आती ॥

पस ! स्पष्ट है कि तड़ित् दो प्रकार की है अर्थात् एक तो वह जो रगड़े हुए शीशे से मिल सक्ती है और दूसरी वह जो रगड़ी हुई लाख से उत्पन्न होती है ॥

बात यह है कि जब हमने गोली को रगड़े हुए शीशे से छुआ तो शीशे की तड़ित् में से कुछ भाग गोली के अन्दर चला गया और चूंकि उस के पश्चात गोली रगड़े हुए शीशे से भागने लगी इस

से यह सिद्ध हुआ कि जिन पदार्थों में एक ही प्रकार की तड़ित होती है वह एक दूसरे से हटने और भागने लगते हैं। इस के विपरीत यदि गुद्दे की गोली में रगड़े हुए शीशे की तड़ित् हो तो वह रगड़ी हुई लाख की ओर खिंच आयगी और यदि लाख की तड़ित् अन्दर हो तो रगड़े हुए शीशे की ओर खिंच आयगी। इस से यह सिद्ध हुआ कि जिन पदार्थों में भिन्न प्रकार की तड़ित् होती है वह एक दूसरे को खेंचा करते हैं॥

७८—बिना रगड़े पदार्थों में दोनों प्रकार की तड़ित् मिली जुली उपस्थित होती है। हम अनुमान कर सक्ते हैं कि हर वस्तु में दोनों प्रकार की तड़ित् मिली जुली होती हैं और जब उस को रगड़ते हैं तो दोनों पृथक् २ हो जाती हैं। जब लाख की डण्डी को फलालैन से रगड़ते हैं तो केवल यह होता है कि दोनों प्रकार की तड़ित् पृथक् २ हो जाती है। एक तो लाख की डण्डी में रह जाती है दूसरी

फ़लालैन में आ जाती है। इसी प्रकार से जब हम शीशे को रेशमी कपड़े से रगड़ते हैं तब भी केवल यही होता है कि शीशे की दोनों प्रकार की तड़ित् पृथक् २ हो जाती हैं उन में से एक तो शीशे में रह जाती है दूसरी रेशम में आ जाती है। निदान! जब किसी वस्तु के रगड़ने से तड़ित् उत्पन्न हो तो हर अवस्था में यही होता है। सम्भव नहीं कि एक प्रकार की तड़ित् तो उत्पन्न हो और उस के साथ ही उतनी दूसरी प्रकार की तड़ित न उत्पन्न हो। अभिप्राय यह है कि हम तड़ित् को उत्पन्न नहीं करते परन्तु इस विचार के अनुसार दो विपरीत प्रकार की तड़ित को केवल एक दूसरे से पृथक् २ कर देते हैं॥

शीशे की डण्डी को रेशम के कपड़े पर रगड़ने से जो तड़ित् शीशे में उत्पन्न होती है वह अनुलोम अलक्तार्क कहलाती है और जो लाख की डण्डी को फ़लालैन पर रगड़ने से लाख में उत्पन्न होती है उस को विलोम अलक्तार्क कहते हैं। यह दोनों

शब्द केवल इस लिये नियत किये गये हैं कि दोनों प्रकार की तड़ित में भेद हो जाय ॥

७९ बिना रगड़ी हुई वस्तुओं पर रगड़ी हुई वस्तुओं का प्रभाव—तुम ऊपर पढ़ आये हो कि एक ही प्रकार की तड़ित् एक दूसरे को हटाती हैं और भिन्न प्रकार की तड़ित् एक दूसरे को अपनी ओर खेंचती हैं परन्तु अब यह देखना चाहिये कि यदि निम्न लिखित अवस्था हो तो क्या होगा ? अनुमान करो। चालीसवें चित्र में 'अ' पीतल का

चालीसवां चित्र

एक बड़ा पोला गोला है और उस के बायें ओर जो नल लगा हुआ है वह भी पीतल ही का है और यह दोनों एक शीशे के पाये पर खड़े हुए हैं इस लिये कि 'अ' में जो तड़ित् हो वह उस में से निकल न जा सके ॥

दायीं ओर 'व' और 'ज' दो और पीतल के नल हैं और इस प्रकार से जुड़े हुए हैं कि केवल बीच में से जहां एक रेखा पड़ी दिखाई देती है भिन्न हो रुक्ते हैं। यह दोनों भी शीशे के पायों पर खड़े हैं इस लिये कि उन की तड़ित् उन ही में रहे, निकल न जाय ॥

अनुमान करो कि "अ" में अनुलोम अल- क्तार्क डाली गई है परन्तु "व" और "ज" मे किसी प्रकार की तड़ित् नहीं भरी गई। अब कुछ "व" और "ज" को "अ" की ओर सरका दो चूंकि इन में किसी प्रकार की तड़ित् नहीं डाली गई इस लिये उनकी विपरीत प्रकार की तड़ि

पृथक् २ नहीं हुई परन्तु मिली जुली उपस्थित हैं। अब जो तुम ने इनको "अ" के निकट सरका दिया तो "अ" की अनुलोम अलक्तार्क "ब" की विलोम अलक्तार्क को तो अपनी ओर खेंच लेगी परन्तु उसकी अनुलोम अलक्तार्क को "ज" के दाहिनी ओर परे हटा देगी जैसा चालीसवें चित्र में स्पष्ट है॥

अब यदि "ज" को "ब" से पृथक् कर लें और फिर "ब" को "अ" से तो "ब" में कितनी ही विलोम अलक्तार्क उपस्थित होगी, और "ज" में अनुलोम परन्तु "अ" की शक्ति वैसी की वैसी बनी रहेगी॥

निदान! हम ने "अ" की तड़ित् के द्वारा यह किया कि "ब" और ज में जो दोनों प्रकार की तड़ित् उपस्थित थीं उनके कुछ भाग की दोनों तड़ित् पृथक् २ कर दीं परन्तु "अ" की तड़ित् में कुछ भेद न आया। इस प्रकार "अ" की तड़ित्

के द्वारा "ब" और "ज" की दोनों तड़ित् के पृथक् २ करने को विद्युत् उत्पादन कहते हैं ॥

८० अलक्तार्क चिंगारी—इस वात को हम एक और प्रकार से भी परीक्षा कर सक्ते हैं यथा ब और ज को धीरे २ अ की ओर लाओ । जब अ और ब बहुत निकट २ आ जायें तो ब में जो विलोम तड़ित् दिखाई गई है उसके और अ की अनुलोम तड़ित् के भीतर केवल थोड़ा सा वायु का परदा शेष रह जायगा और अन्त में दोनों तड़ितों में इतना आकर्षण उत्पन्न हो जायगा और अन्तर इतना कम रह जायगा कि दोनों तड़ितें दौड़ कर मिल जायेंगी और एक चिंगारी निकलती हुई प्रतीत होगी । इस से अ की अनुलोम तड़ित् कम और ब की विलोम तड़ित् नष्ट हो जायगी । अब यदि ब और ज को परे हटा लेंगे तो ज में अनुलोम तड़ित् फिर भी रहेगी क्योंकि वह अब तक कहीं चली नहीं गई परन्तु अ में से जितनी अनु-

लोम तड़ित् जाती रही है उतनी ज में आ गई है ।
पस इस प्रकार समझना चाहिये कि जैसा कि अ
की तड़ित् का एक भाग ज में जा मिला ॥

८१ कुछ परीक्षायें—विद्युत् उपपादन की
अपेक्षा जो कुछ वर्णन हुआ है वह इन दो चार
सहज और मनोहर परीक्षायों से अच्छे प्रकार से
समझ में आ सक्ता है परन्तु इतना ध्यान रहे कि
इन परीक्षायों में उपकरणों के शीशे और आस पास
की वायु सब सूखी और उष्ण हों ॥

परीक्षा ५५—इकतालीसवें चित्र में एक ऐसे
उपकरण का चित्र है जिस के द्वारा तड़ित् का
उपस्थित होना जाना जा सक्ता है उसको सोने के
पत्र वाला विद्युद्दर्शक यन्त्र कहते हैं इसका व्यवहार
देखने के लिये इस प्रकार से करो । जो लट्टू उसके
ऊपर है । प्रथम उस में थोड़ी सी अनुलोम तड़ित्
डालो । यह तड़ित् दौड़ कर सोने के पत्रों में चली
जायगी क्योंकि उन में और लट्टू में तड़ित् का

आना जाना रहता है और चूंकि दोनों पत्रों में एक ही प्रकार की तड़ित् चली जायगी इस लिये वह

इकतालीसवां चित्र

एक दूसरे से परे हटेंगे जैसा इकतालीसवें चित्र में दिखाया है लो अब विद्युद्दर्शक का व्यवहार आरंभ हो गया ॥

परीक्षा ५६—यदि विद्युद्दर्शक यन्त्र में अनुलोम विद्युत् डाल कर उसके लट्टू के पास शीशे

की रगड़ी हुई डण्डी लाओगे तो सोने के पत्र एक दूसरे से और भी परे हट जायँगे । इसका कारण यह है कि रगड़े हुए शीशे की अनुलोम तड़ित् लट्टू की मिली हुई तड़ित् के दोनों भागों को पृथक् २ करके विलोम तड़ित् को तो अपनी ओर खेंच लेगी और अनुलोम तड़ित् को सोने के पत्रों की ओर हटा देगी । पस यदि उन में पहिले से अनुलोम तड़ित् उपस्थित है तो अब वह एक दूसरे से और भी परे हट जायँगे ॥

परीक्षा ५७—यदि विद्युद्दर्शक यन्त्र में अनुलोम तड़ित उपस्थित हो और हम उसके लट्टू के पास एक रगड़ी हुई लाख की डण्डी लायें तो सोने के पत्र पृथक् २ हट जाने के स्थान पर आपस में मिल जायँगे । इसका कारण यह है कि लाख की डण्डी की विलोम तड़ित लट्टू की मिली हुई तड़ित को फाड़ कर अनुलोम तड़ित को तो अपनी ओर खेंच लेगी और विलोम तड़ित को सोने के पत्रों

की ओर भगा देगी । पत्रों में चूंकि पहिले से अनुलोम तड़ित उपस्थित है उसका एक भाग विलोम तड़ित के कारण जो लट्टू की ओर से गई है नष्ट हो जायगा । इस लिये पत्र आपस में मिल जायेंगे ॥

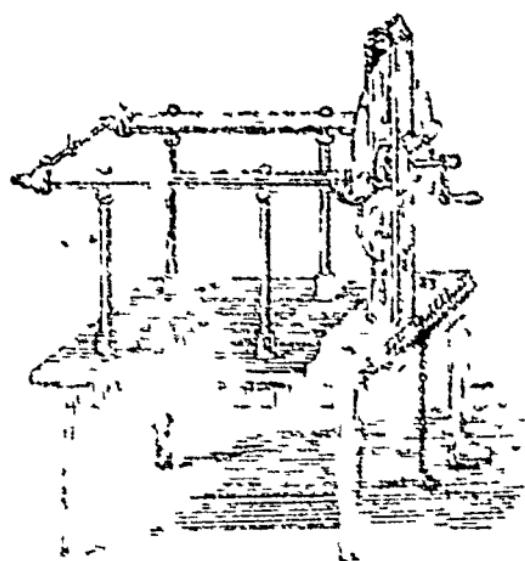
परीक्षा ५८—यह एक पीतल का खोखला गोला है जो शीशे के पायेदान पर लगा हुआ है इस लिये कि उसका विद्युत निकल न जाये । अब विद्युतयन्त्र को चला करके उसके पास इस गोले को लायेंगे तो एक हलकी चिंगारी निकलेगी परन्तु यदि गोले के दूसरी ओर उंगली रख लेंगे तो पहिले की अपेक्षा बहुत तीक्ष्ण चिंगारी निकलेगी ॥

भाग ८० में चिंगारी निकलने का जो कारण वणन हुआ था वह इस से अच्छे प्रकार स्पष्ट हो जाता है क्योंकि इस परीक्षा में विद्युत यन्त्र की अनुलोम तड़ित गोले की विलोम तड़ित को तो अपनी ओर खेंचती है और उसकी अनुलोम

तड़ित को यथाशक्ति अपने से दूर हटाती है परन्तु जिस अवस्था में गोला शीशे की डण्डी पर लगा हुआ है तो उसकी अनुलोम तड़ित कोई बहुत दूर नहीं जा सक्ती और न उसकी मिली हुई तड़ित के दोनों भाग अच्छे प्रकार से पृथक् २ होसक्ते है। इस लिये छोटी सी चिंगारी निकलती है परन्तु जब हम इस गोले को छूते हैं तो उसकी अनुलोम तड़ित हमारे शरीर के अन्दर से होकर पृथिवी में चली जाती है और गोले की दोनों तड़ित एक दूसरे से अच्छे प्रकार से पृथक् हो जाती हैं इस लिये बड़ी तीक्ष्ण चिंगारी निकलती है ॥

८२ नोकों का प्रभाव—ऊपर की परीक्षा में यदि तुम पीतल के गोले को निरन्तर छूते रहोगे और विद्युत्यन्त्र भी चलता रहेगा तो विद्युत की चिंगारियां एक के पीछे दूसरी तुम्हारे शरीर में से होकर पृथिवी के अन्दर जाती रहेंगी और इस से तुम को कुछ कष्ट सा प्रतीत होगा। विद्युत्यन्त्र की

चिंगारी और विजली की चमक एक ही वस्तु है केवल इतना भेद है कि विजली की चमक एक बहुत बड़ा चिंगारा है। जिस प्रकार जब किसी पुरुष पर बिजली गिरती है तो विद्युत उसके शरीर में से होकर पृथिवी में चली जाती है। इसी प्रकार जब तुम पिछली परीक्षा के अनुसार गोले को छूते या पकड़ते हो तो उस अवस्था में भी विद्युत तुम्हारे शरीर से होकर पृथिवी में चली जाती है ॥

परीक्षा ५९—यदि इस खोखले गोले में एक नोक लगाकर उस नोक को विद्युतयन्त्र के विद्युत संचायक के पास रख दें और गोले को ऊंगली से छूते रहें तो अब विद्युतयन्त्र से चिंगारियां तो कुछ भी न निकलेंगी परन्तु उनके स्थान पर एक विद्युत की धारा बन्ध जायगी। इसका कारण यह है कि नोकदार वस्तु विद्युत को उत्पन्न होते ही खेंच लेती है। इतना समय नहीं देती कि एकत्र होकर चिंगारी बन जाय ॥

अब तुम समझ गये होगे कि धातु की नोक-दार विद्युत आकर्षण करने वाली सलाखें जो ऊंचे मकानों में लगा देते हैं उन से वह मकान बिजली के धक्के से क्योंकर बचे रहते हैं । चूंकि धातु की यह नोकदार विद्युतआकर्षण करने वाली सलाखें मकान में ऊपर से लेकर, पृथिवी के अन्दर तक लगी होती हैं इस लिये वह बादलों की तड़ित को चुप चुपाते पृथिवी में ले जाती हैं और यही ५९ परीक्षा में गोले की नोक से देखने में आया था । जिस प्रकार गोले की नोक के कारण मेरी ऊंगली चिंगारी से बची रही थी उसी प्रकार धातु के नोकदार आकर्षण करने वाले पदार्थों के कारण से मकान भी बिजली के धक्के से बचे रहते हैं ॥

यह बात प्रथम "अमरीका" के एक प्रसिद्ध ज्ञानी "फ्रैंकलिन" ने जानी थी कि बिजली और अलक्तार्क दोनों एक ही वस्तु हैं । केवल इतना भेद है कि बिजली की चिंगारी तो प्रायः कईमील लम्बी

होती है और अलक्तार्क की चिंगारी केवल थोड़े ही इंच की होती है ॥

८३ तड़ित्यन्त्र—अब तुम को तड़ित का इतना वृत्तान्त विदित हो गया है कि तड़ित यन्त्र की बनावट समझ सक्ते हो । इस यन्त्र के दो भाग होते हैं । एक भाग में तो तड़ित उत्पन्न होती है और दूसरे में एकत्र होती है ॥

बयालीसवें चित्र में एक बड़े प्रसिद्ध तड़ितयन्त्र का चित्र बना हुआ है । इस मे एक शीशे

बयालीसवां चित्र

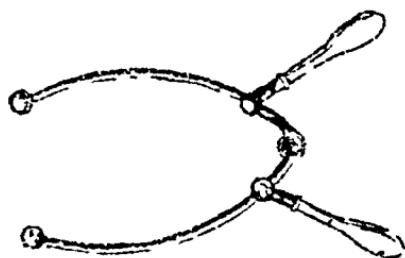
का चक्र लगा हुआ है जिस के फिरने से तड़ित उत्पन्न होती है। फिरते समय यह चक्र चर्म की दो जोड़ी गद्दियों से रगड़ता हुआ गुज़रता है। उन में से एक जोड़ी नीचे लगी होती है दूसरी ऊपर। इन गद्दियों में प्रायः घोड़े के बाल भरे हुए होते हैं इस लिये कि शीशे का चक्र अच्छे प्रकार से कसा रहे और उनके बीच में अच्छे प्रकार से रगड़ता हुआ गुज़रे। इन गद्दियों के चमड़े पर एक कोमल धातु चढ़ी हुई होती है जिस में एक भाग जिस्त, एक भाग रांग और दो भाग पारा मिला हुआ होता है। एक शृंखला (ज़ंजीर) भी होती है जो दोनों गद्दियों के नीचे से गुज़रती हुई पृथिवी तक पहुंचती है। जब शीशे के चक्कर को फिराते हैं तो उस में अनुलोम तड़ित् उत्पन्न होती है और गद्दियों में विलोम। गद्दियों की विलोम तड़ित ज़ंजीर के द्वारा पृथिवी में चली जाती है और वहां इधर उधर छिन्न भिन्न होकर छिप जाती है। निदान! इसी प्रकार से विलोम तड़ित चली जाकर अनुलोम

तड़ित शीशे के चक्कर में शेष रह जाती है । इस चक्कर के गिरदा गिरद पीतल की दो डण्डियां लगी हुई होती हैं और यह दोनों धातु के नल से मिली हुई होती हैं जिसे विद्युत संचायक कहते हैं जैसा कि बयालीसवें चित्र में स्पष्ट है । यह विद्युतसंचायक शीशे के पायों पर खड़ा हुआ है इस लिये जो तड़ित उस में आती है वह निकल नहीं सक्ती । उसी में एकत्र होती जाती है। शीशे के चक्कर के गिरदा गिरद जो पीतल की डण्डियां हैं उन में धातु के बहुत से कांटे निकले हुए होते हैं । यह तुम जानते ही हो कि धातु की नोकदार वस्तु तड़ित को अच्छे प्रकार से खेंचती हैं पस यह कांटे चक्कर की अनुलोम तड़ित को खेंच कर विद्युत-संचायक में ले जाते हैं और वहां तड़ित एकत्र रहती है क्योंकि शीशे के पायों के कारण कहीं नहीं जासक्ती यदि शीशे के चक्कर को बहुत देर तक फिराये जायें तो विद्युत संचायक में बहुत सी अनुलोम तड़ित एकत्र हो सक्ती है ॥

परीक्षा ६०—जब विद्युतयन्त्र के विद्युत संचायक भाग में तड़ित भरी हुई है और हम अपनी अंगुली उसके पास लायें तो अंगुली और विद्युत-संचायक के बीच में एक चिंगारी सी निकलती हुई दिखाई देती है । इसका कारण यह है कि हमारी अंगुली में जो अनुलोम और विलोम तड़ित मिली जुली उपस्थित हैं विद्युतसंचायक की अनुलोम तड़ित उनको पृथक् २ करके अनुलोम तड़ित को तो हमारे पाओं के द्वारा पृथिवी के अन्दर भगा देती है और विलोम तड़ित को अपनी ओर खेंच लेती है । विद्युतसंचायक की अनुलोम और अंगुली की विलोम तड़ित वायु में से गुज़र कर झट आपस में मिल जाती हैं और इस से एक चिंगारी उत्पन्न होती है ॥

८४ "लेडन" का घट—परीक्षा ६१—जब तुम अपनी अंगुली विद्युतयन्त्र के पास लाते हो तो चिंगारी निकलती है और केवल ऐसा प्रतीत

होता है जैसे तुम्हारी अंगुली में कोई वस्तु चुभती है कोई बड़ा भारी धक्का तुम को नहीं पहुंचता।

तैंतालीसवां चित्र

यदि यह चाहो कि तुम को बल वाला धक्का पहुंचे तो लेडन के घट से काम लेना चाहिये जिस का चित्र तैंतालीसवें चित्र में बना हुआ है। यह घट शीशे का होता है उसके अन्दर और बाहिर कण्ठ (गरदन) से नीचे २ रांग की पन्नी लगाई हुई होती है आर मुंह में काक के द्वारा एक पीतल का लट्टूदार गज़ लगा हुआ होता है। गज का लट्टूदार सिरा बाहिर होता है और अन्दर का सिरा घट के तल से छूता रहता है। निदान! इस घट में

रांग की पन्नी के दो पृथक् २ ढांप होते हैं । एक अन्दर दूसरा बाहिर और यह दोनों तड़ित के लिये एक दूसरे से पृथक् होते हैं क्योंकि शीशे में तड़ित प्रवाह नहीं कर सक्ती । अब यदि घट को बाहिर की पन्नी की ओर से पकड़ें और तड़ित यन्त्र को चलता करके घट के लट्टू को उसके तड़ित संचायक के पास लायें तो अनुलोम तड़ित विद्युत-संचायक से घट के अन्दर के ढांप में चली जायगी और यह बाहिर के ढांप की दोनों मिली जुली तड़ित को पृथक् २ करके अनुलोम को हमारे हाथ और शरीर के द्वारा पृथिवी में भगा देगी और विलोम को अपनी ओर खैंचेगी ॥

निदान ! घट के अन्दर के ढांप में अनुलोम तड़ित की एक पलटन उपस्थित होगी और बाहिर के ढांप में विलोम तड़ित की एक पलटन उपस्थित होगी और दोनों यही चाहेंगी कि किसी प्रकार से एक दूसरे से जा भिड़ें परन्तु बीच में जो शीशा

उपस्थित है वह यह नहीं होने देता । यह दोनों पलटनें एक दूसरी की ताक में ऐसी डटी रहती हैं कि अपने २ स्थान पर वहीं की वहीं आमने सामने रहती हैं। अब हम यदि थोड़ी सी और तड़ित अन्दर डाल देवें तो जैसे पहिले हुआ था वही अब होगा अर्थात बाहिर के ढांप में जो दोनों प्रकार की तड़ित मिली जुली उपस्थित हैं वह नये सिरे से फिर पृथक् २ हो जायेंगी । उन में से अनुलोम तड़ित तो हमारे हाथ के द्वारा पृथिवी में दौड़ जायगी और विलोम तड़ित अनुलोम तड़ित की इस पलटन के विरोध पर जो नयी अन्दर डाली गई है खड़ी हो जायेगी । निदान ! अब चार पलटनें दो अन्दर और दो बाहिर एक दूसरे के सामने खड़ी होंगी और यदि हम यही व्यवहार किये जायें तो उस घट के अन्दर और बाहिर पत्री की तहों में प्रतिकूल तड़ित की बहुत सी पलटनें एकत्र हो जायेंगी ॥

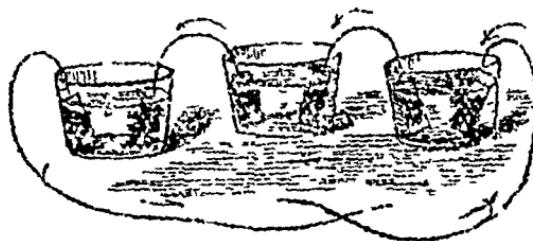
अब हम को यदि इस बात की आवश्यकता है कि घट तड़ित से खाली हो जाय तो एक संसी के आकार का यन्त्र जिसे द्युतिचारक कहते हैं काम में लाना चाहिये। उसका चित्र नीचे दिया हुआ है। इस चित्र के दोनों ओर एक २ शीशे

चद्यालीहरकौ चित्र

का दस्ता लगा हुआ है और नोकों पर एक २ पीतल का लट्टू। शीशे के दस्तों को पकड़ कर उस के एक लट्टू से तो घट के बाहिर के ढांप को छूना चाहिये और दूसरे लट्टू को धीरे २ घट के लट्टू के पास लाना चाहिये। जब यह लट्टू बहुत निकट आ जायेंगे तो प्रज्वलित चिंगारा निकलेगा और पड़ाक

सा एक शब्द होगा और घट खाली हो जायगा। यदि हम आप ही यह धक्का जानना चाहें तो एक हाथ से वाहिर के ढांप को छूयें और दूसरा हाथ धीरे २ घट के लट्टू के पास लायें। इस अवस्था में तड़ित हमारे शरीर के द्वारा निकल जायगी और घट खाली रह जायगा। और कई आदमी यदि धमाके को लेना चाहें तो सब एक दूसरे का हाथ पकड़ लें और एक सिरे पर जो पुरुष खड़ा है वह घट के वाहिर के ढांप को छूए और दूसरे सिरे का पुरुष घट के लट्टू को हाथ लगाये। इस अवस्था में ताड़ित का धमाका सब के शरीरों के अन्दर से गुज़रेगा॥

८५—तड़ित् भरे हुए पदार्थों में वल अर्थात् शक्ति हुआ करती है। ऊपर के वर्णन से तुम ने जान लिया होगा कि तड़ित् एक ऐसी वस्तु है जिस में शक्ति होती है क्योंकि घट की दोनों प्रति-कूल तड़ित् एक दूसरी की ओर दौड़ कर मिल

जाती हैं और उन के मिल जाने से चमकारा उठता है और शब्द उत्पन्न होता है । यह चमकारा जब तक रहता है वहुत प्रकाशवान् और तीक्ष्ण होता है और यद्यपि पल की पल में छिप जाता है क्योंकि एक सैकण्ड के चौवीस हज़ारवें भाग से अधिक समय तक नहीं रहता परन्तु फिर भी उस में निस्सन्देह वड़ा ताप होता है परन्तु ताप क्या है एक प्रकार का वल है और यही कारण है कि जब घट की तड़ित् खाली की जाती है तो एक प्रकार की शक्ति जिसे तड़ित् कहते हैं वदल कर दूसरी प्रकार की शक्ति वन जाती है जिसको ताप और ज्योति कहते हैं ॥

चूंकि तड़ित् एक वलवान् वस्तु है इस लिये इस के उत्पन्न करने में भी परिश्रम की आवश्यकता है । यह शक्ति तड़ित् यन्त्र के फिराने से उत्पन्न होती है । इस यन्त्र के फिराने में तड़ित् के कारण और भी अधिक वल लगाना पड़ता है । इस से तुम जान गये होगे कि कुछ न काम करने से कुछ

भी नहीं उत्पन्न होता अर्थात् यदि कुछ परिश्रम न करो तो कुछ हाथ भी न आये पस यदि तुम कोई बलवान् कारक उत्पन्न करना चाहते हो तो उस के लिये परिश्रम भी अवश्य उठाओ। यह भी स्मरण रक्खो कि जब दोनों प्रकार की तड़ित् मिल जाती हैं तो शक्ति छिप नहीं जाती परन्तु केवल उस का आकार बदल जाता है अर्थात् तड़ित् से ताप की अवस्था में आ जाती है॥

८६ तड़ित की धारा—८२ भाग में तुम ने पढ़ा है कि जब चलते हुए तड़ित्यन्त्र के पास तुम कोई नोकदार विद्युतप्रवाहक वस्तु लाओ तो तड़ित् की एक निरन्तर धारा उत्पन्न हो जाती है और इस नोकदार वस्तु के मार्ग से तुम्हारे हाथ और शरीर में से होकर पृथिवी के अन्दर चली जाती है॥

बड़ी बलवान् तड़ित् धारा उत्पन्न करने की एक विधि और भी है जो तड़ित्यन्त्र की अपेक्षा बहुत उत्तम है। हम इस विधि का कुछ थोड़ा सा

वृत्तान्त वर्णन करते हैं। इस को 'इटली' के एक ज्ञानी 'वाल्टा' नाम वाले ने जाना था इस लिये इस को बैटरी या वाल्टयविद्युत् कोष्ठ कहते हैं इस का चित्र पैंतालीसवें चित्र में बना हुआ है देखो

पैंतालीसवां चित्र

बायें ओर के पियाले में 'त' एक तांबे का टुकड़ा है और उसी पियाले में 'ज' एक जिस्त का टुकड़ा है जो तार में झुला हुआ है। इस तार का दूसरा सिरा दूसरे पियाले के तांबे के पतरे में झुला हुआ है। इस दूसरे पियाले में फिर एक और जिस्त का टुकड़ा है और वह भी इसी प्रकार से एक तार के

द्वारा तीसरे पियाले के तांबे के पतरे से मिला हुआ है। अन्त के पियाले के दायें ओर एक जिस्त का टुकड़ा है। अब गंधक के तेज़ाब में पानी मिला कर तीनों पियालों में भर दो और विद्युत् कोष्ठ के बायें सिरे पर जो तांबे का पतरा और दायें सिरे पर जो जिस्त का पतरा है दोनों को तार लगा कर उन को मिला दो। यह तार विद्युत् कोष्ठ के ध्रुव के तार कहलाते हैं। जब यह विद्युत् कोष्ठ इस प्रकार से तैयार हो जायगा तो अनुलोम तड़ित् की एक धारा वाणों की ओर में चक्कर खाती फिरेगी। आओ इस धारा का अब पता लगायें कि कहां से कहां जाती है। बात यह है कि बायें सिरे पर तांबे के पतरे में जो तार लगा हुआ है प्रथम वह धारा उस में से निकलती है। फिर लम्बे तारों में होकर दायें सिरे पर जो एक जिस्त का टुकड़ा पियाले में पड़ा है उस में चली जाती है और यहां से इस पियाले के तेज़ाब (अम्ल) में से गुज़र कर तांबे के पतरे में पहुंचती है और वहां से तार के

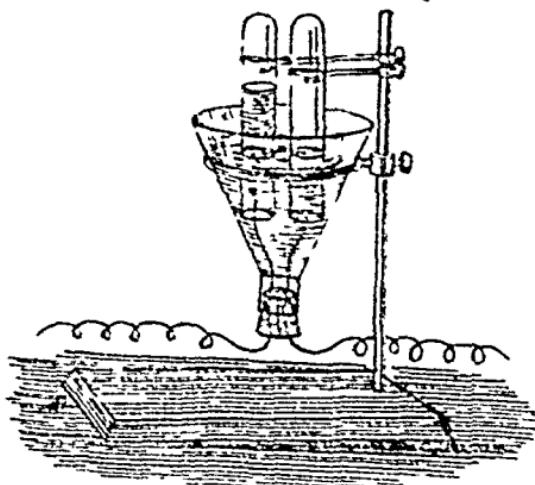
द्वारा दूसरे बर्तन के जिस्त के पतरे में चली जाती है फिर बीच के पियाले के तेज़ाब (अम्ल) में से होकर उस के तांबे के पतरे में आती है और वहां से उस के तार के द्वारा बायें सिर के बर्तन में जो जिस्त का पतरा पड़ा है उस में पहुंचती है और यहां से उस बर्तन के तेज़ाब (अम्ल) में से गुज़र कर फिर तांबे के उसी पतरे में आ उपस्थित होती है जहां से प्रथम वह चली थी ॥

८७ 'गरोव' साहिब के विद्युत्घट का वर्णन—जिस तड़ित्कोष्ठ का वर्णन ऊपर हुआ है वह ज्ञानी 'वालटा' का आविष्कृत है परन्तु उस के पश्चात् और कई ज्ञानियों ने भी इसी प्रकार तड़ित् की धारा उत्पन्न करने के काम में बहुत सा सुधराव किया। जब 'वालटा' के विद्युत्कोष्ठ में यह दोष पता लगा कि तड़ितकी धारा इसमें प्रथम२तो बड़ी तीक्ष्ण उत्पन्न होती है परन्तु बहुत शीघ्र कम हो जाती है तो एक ऐसी विधि निकाली गई जिस से यह

दोष जाता रहा और विद्युत् धारा की शक्ति सर्वदा एक समान रहने लगी । जिस विद्युत्घट में ऐसा होता है वह स्थिर विद्युतघट कहलाता है । ज्ञानी 'गरोव' साहिब का रचा हुआ विद्युत-घट इस बात में बहुत अच्छा है उस का चित्र अड़तालीसवें चित्र में दिया हुआ है । उस में 'वालटा' के विद्युत्घट की न्यायीं हर एक पियाला इकहरा नहीं परन्तु दुहरा होता है । बाहिर का पियाला शीशे या चीनी का और अन्दर का मिट्टी का छिद्रयुक्त होता है । बाहिर के पियाले में पानी में मिला हुआ गंधक का तेज़ाब (अम्ल) भर देते हैं और उस तेज़ाब (अम्ल) के अन्दर जिस्त का एक मोटा सा पतरा पड़ा होता है जिस पर पारा चढ़ा हुआ होता है । फिर उस बाहिर के पियाले के अन्दर एक और मिट्टी का छिद्रयुक्त पियाला होता है । उस में शोरे का अतितीक्ष्ण तेज़ाब डालते हैं और शोरे के तेज़ाब के अन्दर पलैटीनम का एक

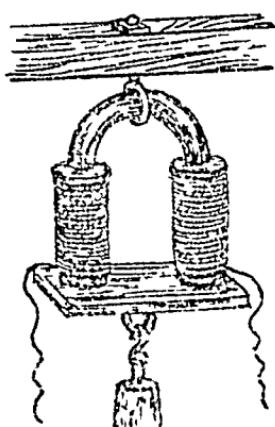
पतरा लटका हुआ होता है। 'वालटा' साहिब के विद्युत्कोष्ठ में पलाटीनम के स्थान पर तांबे का पतरा होता है ॥

जब यह विद्युत्कोष्ठ तैयार होता है तो जिस्त का पतरा गंधक के तेज़ाब (अम्ल) में घुल २ कर हाईडरोजन गैस उत्पन्न करता रहता है। यह गैस बाहिर नहीं निकल जाती परन्तु मिट्टी के छिद्र युक्त पियाले के मार्ग से शोरे के (अम्ल) में चली जाती है और शोरे के अम्ल को फाड़ कर उस में से कुछ आक्सीजन गैस लेकर पानी बन जाती है। इस व्यवहार से शोरे का तेज़ाब बहुत कम दरजे का रह जाता है। उस की निशानी यह है कि उस में नारंजी रंग का धुआँ सा उठने लगता है। इस विधि से हाईडरोजन अन्दर के पियाले के पलैटी-नम तक नहीं पहुंच सक्ती और इस नये निर्माण का अभिप्राय भी यही था कि हाईडरोजन पलाटी-नम तक न पहुंचे क्योंकि 'वालटा' के विद्युत्कोष्ठ

में जिस्त का टुकड़ा घुलने से जो हाईडरोजन उत्पन्न होती है वह तांबे के पतरे में चिपट जाती थी और इसी कारण से उस विद्युत्कोष्ठ का बल बहुत कम हो जाता था। यह तो 'गरोव' साहिब के विद्युत्-कोष्ठ के एक ही पियाले का वृत्तान्त हुआ परन्तु इसी प्रकार के बड़े २ विद्युत्कोष्ठ में पचास २ या कई समय सौ २ पियाले हुआ करते हैं। हर एक पियाले के पलाटीनम में जो तार लगा हुआ होता है वह दूसरे पियाले के जिस्त से ठीक उसी प्रकार से मिला हुआ होता है जैसा कि पैंतालीसवें चित्र में दिखाया गया है। केवल इतना भेद होता है। जहां उस में तांबे के पतरे थे इस में पलाटीनम के पतरे होते हैं। उस में इकहरे पियाले थे इस में दुहरे होते हैं। फिर जिस प्रकार से वालटा के विद्युत्कोष्ठ में अनुलोम तड़िन् की धारा जिस्त के पतरे से पानी के मार्ग से होकर तांबे के पतरे में चली जाती थी 'गरोव' के विद्युत्कोष्ठ में जिस्त के पतरे से पानी के मार्ग से होकर पलाटीनम के पतरे में आती है॥

८८ तड़ित्धारा के गुण—अब यह देखना चाहिये कि तड़ितधारा क्या काम दे सक्ती है। यह बात दो चार सहज परीक्षाओं से पता लग जायगी ॥

परीक्षा ६२—प्रथम "गरोव" का विद्युतकोष्ठ तैयार करके चलता करो फिर उसके ध्रुव के तारों के सिरों के बीच में पलाटीनम का एक बहुत ही बारीक तार लगा दो। जब दोनों ध्रुव के तार पलाटीनम के तार के द्वारा मिल जायेंगे और तड़ित धारा दौड़ने लगेगी तो उस समय वह बारीक तार उष्ण होकर लाल हो जायगा ॥

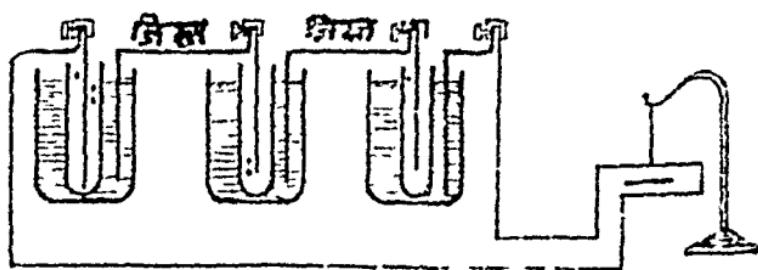
परीक्षा ६३—गरोव का विद्युतकोष्ठ तैयार करके चलता करो और जैसा छयालीसवें चित्र में दिखाया गया है उसके दोनों ध्रुव के तारों को शीशे की दो उलटी हुई नलियों में जिन के अन्दर पानी भरा हुआ है डाल दो। तुम देखोगे कि तड़ित् की धारा से पियाले का पानी फट जायगा।

एक नली में आकसीजन गैस और दूसरी में हाईड-रोजन गैस एकत्र होने लगेगी। जो ध्रुवतार पलाटीनम के पतरे से मिला हुआ है, उस के सिरे

पचहत्तरवां चित्र

पर आकसीजन गैस और जो जिस्त के पतरे से मिला हुआ है उस के सिरे पर हाईडरोजन गैस दिखाई देगी। अब तुम समझ गये होगे कि इस विद्युत्कोष्ठ में इतनी शक्ति होती है कि पानी को फाड़ देता है। स्मरण रक्खो कि इस के द्वारा और भी बहुत से यौगिक द्रव पदार्थों को फाड़ सक्ते हैं॥

परीक्षा ६४—देखो यह तांबे का तार है और उस पर इस अभिप्राय से तागा लपेट रक्खा है कि तार की तड़ित् बाहिर न निकल सके और इस तार को एक नाल के आकार वाले लोहे के मोटे टुकड़े के ऊपर चढ़ा रक्खा है। अब चलते हुए विद्युत्कोष्ठों के ध्रुव के तारों को इस तांबे के तार के सिरों से मिला दो। इस से लोहे के नाल में लोहा खेंचने की शक्ति आजायगी यहां तक कि यदि सैंतालीसवें चित्र की न्यायीं एक लोहे की तख्ती लगाकर उस में एक भारी बोझ लटका दें

सैंतालीसवां चित्र

तो वह तरवृती वोझ के साथ लटकी रहेगी और नाल से न छूटेगी परन्तु जिस समय नाल और विद्युत्कोष्ठ का सम्बन्ध जाता रहेगा तो नाल में यह शक्ति न रहेगी और वोझ झट गिर पड़ेगा ॥

परीक्षा ६५—पिछली परीक्षा के नाल में जब तड़ित् की धारा जा रही थी तो कठिन फौलाद की कोई वस्तु यथा मौजे बुनने की सुई ले कर लगा दो । इस से सुई में कई ऐसे गुण उत्पन्न हो जायेंगे जो कोमल लोहे की न्यायीं तड़ित् धारा के वन्द हो जाने पर जाते न रहेंगे परन्तु सदा के लिये स्थित रहेंगे । यथा यदि हम इस सुई के वीच में यदि रेशम का वहुत वारीक तागा बांध कर लटका दें और उसे ब्रह्माण्ड सन्धि के समानान्तर हिलने दें तो वह सर्वदा एक ही दिशा में रहेगी और यह दिशा लगभग उत्तर और दक्षिण की ओर होगी । निदान ! यह सुई कुतबनुमा अर्थात् दिग्दर्शकयन्त्र का काम देगी और सदा एक ही ओर रहेगी । इस

से समुद्रगामी लोगों को समुद्र में बड़ी सहायता मिलती है और इसी के द्वारा वह जान लेते हैं कि उन को किस ओर जाना है। एक दृढ़ फ़ौलाद के टुकड़े को जिस में इस प्रकार का गुण हो चुम्बक कहते हैं ॥

परीक्षा ६६—चुम्बकीय सुई को एक सीधी सुई पर इस प्रकार से लगाओ कि ब्रह्माण्ड सन्धि के समानान्तर फिर सके। यह लगभग उत्तर और दक्षिण की ओर रहेगी। अब उस के निकट ऐसा तार लगाओ कि जिस में तड़ित् धारा गुज़र रही हो। इस अवस्था में सुई उत्तर और दक्षिण की दिशा से इस प्रकार से फिर जायगी कि उस तार से समकोण उत्पन्न करेगी, परन्तु यदि उस धारा का आना जाना उस तार में बन्द कर दें तो सुई फिर अपनी असली दिशा पर आ जायगी ॥

परीक्षा ६७—अड़तालीसवें चित्र में जिस यन्त्र का चित्र बना हुआ है। उस की सहायता से

पिछली परीक्षा की अवस्था और भी स्पष्ट हो सक्ती है। अनुमान करो कि विद्युत्कोष्ठ कमरे के एक

अड़तालीसवां चित्र

कोने में रक्खा हुआ है और उस के ध्रुवों में लम्बे लम्बे तार जिन पर तागा लिपटा हुआ है लगे हुए हैं। इन तारों को कमरे के दूसरे कोने तक ले जाकर मिला दो। विद्युत्कोष्ठ काम देने लगेगा। जो कोना विद्युत्कोष्ठ से बहुत परे है उस में एक चुम्बकीय सुई तार के निकट लटक रही है। जब इस तार में से विद्युत् धारा गुज़रेगी तो यह सुई बड़े बल से फिर जायगी। अब यदि कोई पुरुष सामने के कोने में जाकर विद्युत् कोष्ठ के ध्रुवों में से कोई तार पृथक्

कर देगा तो उसी समय विद्युत् धारा बन्द हो जायगी और चुम्बकीय सुई अपनी असली अवस्था पर आ जायगी ॥

८९ अलक्तार्क तार—ऊपर की परीक्षा से स्पष्ट है कि जब कमरे के एक कोने से तार को विद्युत्कोष्ठ से अलग करते हैं तो उसी समय दूसरे कोने की सुई हिल जाती है। जो तार विद्युत्कोष्ठ के ध्रुवों से लगे हुए होते हैं वह चाहे सौ मील के अन्तर पर जाकर जोड़े जायें चाहे हज़ार मील पर इस नियम के व्यवहार में कुछ भेद नहीं आता। यह तार जिस के अन्तर से विद्युत् धारा गुज़रती है विद्युत्कोष्ठ से चाहे हज़ार मील के अन्तर तक क्यों न लगा हुआ हो जब तड़ित् धारा तार में से गुज़रेगी तो चुम्बकीय सुई जो उस के निकट लटक रही है अपनी दिशा से निस्सन्देह फिर जायगी परन्तु जिस समय उस तार का दूसरा सिरा जो सुई से हज़ार मील के अन्तर पर है विद्युत कोष्ठ के

ध्रुव से अलग किया जायगा उसी समय धारा गुज़रने से वन्द हो जायगी और चुम्बकीय सुई अपनी असली दिशा पर आ जायगी। इस से तुम्हारी समझ में आ गया होगा कि हम विद्युत्कोष्ठ के ध्रुवों से तार मिला कर या हटाकर हज़ार मील के अन्तर की चुम्बकीय सुई को किस प्रकार से हिला जुला सक्ते हैं॥

जिस अलक्तार्क तार के द्वारा दूर २ देशों यथा 'यूरप', 'अमरीका' इत्यादि के समाचार बात की बात में यहां आते जाते हैं और हम को आश्चर्य में डालते हैं उस का नियम यही है। इस आश्चर्यमय बात का हाल इस पुस्तक में केवल इतना वर्णन हो सक्ता है। इस से और कुछ तो नहीं हाँ यह बात निस्सन्देह तुम्हारी समझ में आ गई होगी कि हज़ार कोस के अन्तर की चुम्बकीय सुई को हम यहीं से बैठे २ हिला सक्ते हैं और केवल उस के हिलने के चिन्हों से जो अक्षरों का काम देते हैं समाचार पहुंच सकते हैं॥

९० निर्णय—अब तुम ने जान लिया होगा कि विद्युत् की धारा क्या २ काम दे सक्ती है। पहिली बात तो यही है कि पलाटीनम इत्यादि जिस धातु के सूक्ष्म (बारीक) तार में से गुज़रती है उसे उष्ण कर देती है। दूसरे जल और यौगिक द्रवों को फाड़ सक्ती है और उन के तत्त्व को भिन्न कर सक्ती है। तीसरे कोमल लोहे के टुकड़े में वलवान् चुम्बकीय शक्ति उत्पन्न कर देती है। चौथे दृढ़ फ़ौलाद के टुकड़े को ऐसा चुम्बक बना देती है कि उस का चुम्बकीय गुण कभी नहीं जाता। पांचवें दिग्दर्शक यन्त्र की चुम्बकीय सुई को उस की दिशा से हटा सक्ती है और इसी नियम पर अलक्तार्क तार के समाचार हजारों कोस तक पहुं-चते हैं॥

यद्यपि यह विषय अतिमनोहर है परन्तु इस का ठीक ठीक वृत्तान्त इस छोटी सी पुस्तक में नहीं समा सक्ता। परन्तु इस वात में सन्देह नहीं कि

तुम्हें इतना पता लग गया होगा कि भिन्न अवस्थाओं में द्रव्य क्या २ हालतें दिखाता है। क्योंकि प्रथम तुम ने गति करने वाले पदार्थों का वृत्तान्त पढ़ा। फिर थरथराने वाले पदार्थों का वर्णन सुना। इस के पश्चात् उष्ण पदार्थों का वर्णन पढ़ा और अन्त में आकर तड़ितयुक्त पदार्थों का स्वरूप जाना। इस सारे वाद विवाद में इस बात का ध्यान रक्खा गया है कि किसी प्रकार से तुम्हारी समझ में यह आजाय कि जो शक्ति किसी पदार्थ में होती है वह निस्सन्देह नष्ट नहीं हो जाती। इतना अवश्य होता है कि अभी एक पदार्थ में थी अभी दूसरे में दौड़ गई। अभी एक आकार की थी एक पल भर में दूसरे आकार की हो गई। अभी तो एक गमन की शक्ति थी अभी शब्द बन गई या आकार बदल कर उष्णता या तड़ित् हो गई या कई भिन्न अवस्थाओं में दिखाई दी। यद्यपि यह सब विकार ठीक हैं परन्तु जिस प्रकार से द्रव्य का कोई कणिक नष्ट नहीं होता

उसी प्रकार से पदार्थ की शक्ति भी कभी नष्ट नहीं होती ॥

निर्णय यह है कि जिस प्रकार से रसायनी का सारा काम इस नियम पर है कि विकार (विपरिणाम) करने से द्रव्य की अवस्थायें बदल सक्ती हैं परन्तु उस के कणिक कभी सर्वथा नष्ट नहीं होते । उसी प्रकार से पदार्थ विद्या का बड़ा नियम यह है कि शक्ति का भी केवल आकार तो बदल जाता है परन्तु वह बिलकुल नष्ट कभी नहीं होती । इस नियम का पूरा सम्वाद और इस की पूरी २ सिद्धि तुम आगे चलकर बड़े २ पुस्तकों में पढ़ोगे ॥

स्मरण रखने के योग्य कुछ बातें ।

(१) एक पौण्ड का बोझ ७००० गरेन का होता है ॥

(२) यदि किसी ऊंचाई पर खड़े होकर हाथ से पत्थर छोड़ दें तो वह पहिले सैकण्ड में १६ फुट नीचे जायगा ॥

(३) धातुओं में फौलाद सब से अधिक दृढ़ और पक्का है परन्तु कूट कर फैल जाने के गुण में सोना सब से बढ़कर है। एक घन इंच सोने की डली कूटने से इतनी फैल जाती है कि ५० फुट लम्बे ४० फुट चौड़े कमरे को ढांप ले॥

(४) ठोस वस्तुओं में हीरा सब से अधिक दृढ़ है। यह हर एक वस्तु को काट सक्ता है और इसे कोई वस्तु नहीं काट सक्ती॥

(५) एक घन इंच पानी का बोझ लगभग २५२ गरेन होता है और ४ घन इंच का १००० गरेन के लगभग होता है॥

(६) १०० घन इंच वायु का बोझ ३१ गरेन होता है॥

(७) १०० घन इंच कारबानक ऐसड गैस का बोझ ४७ गरेन होता है॥

(८) १०० घन इंच हाईडरोजन गैस का बोझ २ गरेन होता है।

(९) वायु का दबाओ ३० इंच लम्बी पारे की धार वा ३० फुट लम्बी पानी की धार को सहार सक्ता है ॥

(१०) शब्द वायु में ११०० फुट हर सैकण्ड में गुज़रता है ॥

(११) यदि किसी बाजे का तार एक सैकण्ड में ५० वार थरथराये तो उस से एक धीमा या नीचा स्वर निकलेगा और जो एक सैकण्ड में १०,००० बार थरथराये तो ऊंचा स्वर उत्पन्न होगा ॥

(१२) जितना ताप एक पौण्ड बर्फ पिगलाने के लिये आवश्यक होता है उतना ही ७९ पौण्ड पानी को एक दरजा उष्ण कर सक्ता है। जितना ताप एक पौण्ड खौलते हुए पानी को भाप बनाने के लिये आवश्यक होता है उतना ही ५३७ पौण्ड पानी को एक दरजा उष्ण कर सक्ता है ॥

(१३) ज्योति हर सैकण्ड में १९०,००० मील के लगभग जाती है ॥

(१४) विद्युत् चिंगारी जो लेडन के घट से निकलती है वह केवल एक सैकण्ड के २४ हजारवें भाग तक ठहरती है ॥

उपकरणों के लिये कुछ शिक्षायें ।

(१) अध्याफ्क को चाहिये कि जिन उपकरणों को काम में लाना हो उनको शिक्षा देने से पहिले काष्ठपीठ (मेज़) पर ला रक्खे और पहिले आप अच्छे प्रकार से निश्चित हो जाय और जांच ले कि मैं यह सब परीक्षायें विद्यार्थियों के सामने निस्सन्देह कर सकूंगा या नहीं । शिक्षा के पश्चात् उपकरणों को सावधानता से ठिकाने से रख देना चाहिये ॥

(२) वायु निष्कासक यन्त्र में यह ध्यान रहे कि चरबी लगाकर डाट ऐसी कर दी जाये कि नल में खूब फंसकर आये। यह भी ध्यान रहे कि इस उपकरण की पटरी पर शीशे का घट ठीक बैठ जाये और इस अभिप्राय के लिये घट के किनारों

पर अच्छे प्रकार से चरबी लगा देनी चाहिये। जिस से वह घट पटरी पर अच्छे प्रकार से फिरेगा और कुछ शब्द न होगा और यदि कुछ संघर्षण अर्थात् रगड़ का पता हो तो जान लो कि उस में निस्सन्देह कोई कंकर रह गया है। इस अवस्था में घट के किनारों को अच्छे प्रकार से स्वच्छ करके फिर नये सिरे से चरबी लगाओ। पंदरहवें चित्र के उपकरण में जो अर्ध गोल या पियाले हैं उन को काम में लाने के समय भी इस शिक्षा का ध्यान रखना चाहिये॥

(३) २८ परीक्षा में कागज़ की कंदील में कार-बानक ऐसड गैस भरते समय चिन्ता रहे कि नली जिस में से गैस गुज़रती है कंदील के पेंदे के लगभग पहुंच जाय परन्तु उस में जा न लगे॥

(४) २९ परीक्षा में जब कंदील को उलटा करके उस में हाईडरोजन गैस भरी जाये तो नली उस की थाह के बहुत निकट पहुंचनी चाहिये॥

(५) जब पैंतालीसवीं परीक्षा की जाय तो उस के सब उपकरणों को कुछ घंटे पहिले किसी ठंडे कमरे में रख देना चाहिये ॥

(६) फास्फोरस को बड़ी सावधानता से छूना चाहिये क्योंकि वह बहुत शीघ्र जल उठता है। इस लिये उस को पानी में रखना योग्य है और जब काम में लाने के लिये उस की छोटी २ डलियां बनायें तो पहिले उनको मसिशोषक पत्र अर्थात् स्याही चूस में रख कर सुखा लें। फिर काम में लावें॥

(७) जब पारा मैला हो जाय तो काग़ज़ का टुकड़ा ले कर उस का एक चोंगा (पुटक अर्थात् डोना) बना लो और उसमें एक सूई के अग्र के समान छेद कर लो फिर पारा डाल कर उस छोटे से छेद में से किसी बर्तन में छान लो। इस विधि से वह अच्छे प्रकार से स्वच्छ होकर चमकने लगेगा॥

(८) सावधान रहो कि पारा दूसरे धातुओं से लग कर न बिगड़ जाय। थोड़ा सा पारा

विद्युत्कोष्ठ के जिस्त के टुकड़ों पर चढ़ाने के लिये अलग रखना चाहिये ॥

(९) विद्युत् यन्त्र काम में लाने से पहिले शीशे के चक्र को अच्छे प्रकार से गरम कर लेना चाहिये और इस अभिप्राय के लिये उस को किनारों के ओर से अग्नि के सामने रक्खो और थोड़ी २ देर के पश्चात् दस्ता फिराते जाओ यहां तक कि उस के सारे स्थान अग्नि के सामने आकर सूख जायें। यदि इन शिक्षाओं के अनुसार उसे उष्ण न करोगे तो सम्भव है कि शीशा तिड़क जायगा ॥

(१०) विद्युद्दर्शक यन्त्र में बहुत विद्युत न भरनी चाहिये नहीं तो सोने के पत्रे बड़े बल से घट के साथ जा लगेंगे और फट जायेंगे। इस से विद्युत् इस प्रकार से भरनी चाहिये कि लेडन के घट में विद्युत यन्त्र से केवल एक छोटी सी विद्युत् की चिंगारी लो और फिर उस घट के लट्टू को विद्युद्दर्शक यन्त्र के लट्टू से छूओ ॥

११-विद्युत् यन्त्र में शीशे के पाये जो विद्युत् संचायक के तले लगे हुए हैं वह भी अच्छे प्रकार से उष्ण और सूखें रहने चाहियें ॥

अभिप्राय यह है कि लेडन का घट और शीशे की हर एक वस्तु जिस से कोई तड़ित की ँ की जाय सूखी और उष्ण होनी चाहिये ॥

डिबोंके रक्खो और जिस्त और पलाटीनम के टुकड़ों को अच्छे प्रकार से स्वच्छ कर लिया करो ॥

(१३) परीक्षा ६६वीं में जिन दो छोटी २ पीतल की पियालियों में विद्युतकोष्ठ के तारों के सिरे लगाये जायें उन में पहिले पारा भर लेना चाहिये ॥

यन्त्रों से सम्बन्ध रखने वाली शक्तियां।

यन्त्र उन उपकरणों को कहते हैं जिनके द्वारा पदार्थों को गति पहुंचाते हैं या उनकी गति बदलते हैं या उनकी गति को रोकते हैं । कई काम जिन को पुरुष अपने हाथ से नहीं कर सक्ते या जिन का करना अतिकठिन होता है यन्त्रों की सहायता से वह बड़ी सहज में होसक्ते हैं ॥

सादे यन्त्र—जिन के जोड़ने से सारे मिले हुए और पेचीदा यन्त्र बनते हैं उनको यन्त्र संबंधी शक्तियां कहते हैं ॥

११–विद्युत् यन्त्र में शीशे के पाये जो विद्युत् संचायक के तले लगे हुए हैं वह भी अच्छे प्रकार से उष्ण और सूखे रहने चाहियें ॥

अभिप्राय यह है कि लेडन का घट और शीशे की हर एक वस्तु जिस से कोई तड़ित की परीक्षा की जाय सूखी और उष्ण होनी चाहिये ॥

१२——गरोव के विद्युतकोष्ठ में जिस्त के पत्रों पर पारा अच्छे प्रकार से लगा हुआ होना चाहिये और धातु के सारे पुरज़ों के वह स्थान जहां से वह उस विद्युतकोष्ठ पर लगाये जायें सर्वथा स्वच्छ और चमकते हुए हों ॥

विद्युतकोष्ठ के बाहिर के पियालों में एक भाग गन्धक का तीक्ष्ण तेज़ाब और आठ भाग पानी आयतन के अनुसार मिला कर डालना चाहिये ॥

जब गरोव के विद्युतकोष्ठ से काम ले चुको । तो मिट्टी के छिद्र युक्त बर्तनों को पानी में देर तक

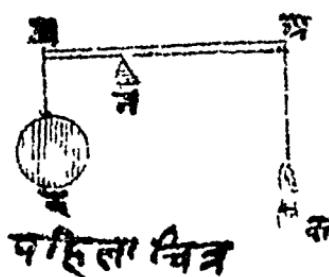
डिबोंके रक्खो और जिस्त और पलाटीनम के टुकड़ों को अच्छे प्रकार से स्वच्छ कर लिया करो ॥

(१३) परीक्षा ६६वीं में जिन दो छोटी २ पीतल की पियालियों में विद्युतकोष्ठ के तारों के सिरे लगाये जायें उन में पहिले पारा भर लेना चाहिये ॥

यन्त्रों से सम्बन्ध रखने वाली शक्तियां।

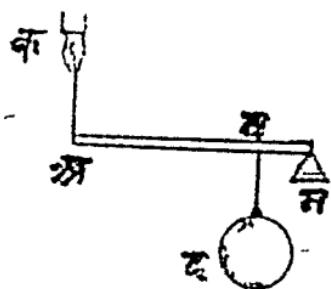
यन्त्र उन उपकरणों को कहते हैं जिनके द्वारा पदार्थों को गति पहुंचाते हैं या उनकी गति बदलते हैं या उनकी गति को रोकते हैं। कई काम जिन को पुरुष अपने हाथ से नहीं कर सक्ते या जिन का करना अतिकठिन होता है यन्त्रों की सहायता से वह बड़ी सहज में होसक्ते हैं ॥

सादे यन्त्र—जिन के जोड़ने से सारे मिले हुए और पेचीदा यन्त्र बनते हैं उनको यन्त्र संबंधी शक्तियां कहते हैं ॥

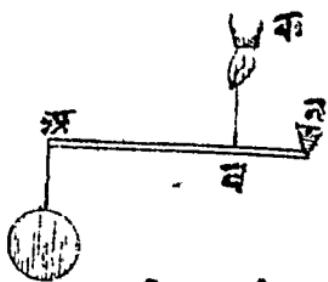
सादे यन्त्र केवल छः हैं—प्रथम रम्भा अर्थात् दण्ड, द्वितीय चरखी, तृतीय चक्र और धुरी, चौथे झुका हुआ स्थल, पांचवें पच्चड़, छटा पेच। इन में से हर एक कल में दो शक्तियां हुआ करती हैं। पहचान के लिये एक को शक्ति और दूसरी को बोझ कहते हैं। अब हम इन सादी कलों का वृत्तांत यथाक्रम वर्णन करते हैं॥

रम्भा वा दण्ड।

रम्भे वा दण्ड को बंधानियों की भाषा में सांकड़ा भी कहते हैं। यह एक ऐसी कठिन लम्बी सलाख होती है कि किसी ओर मुड़ नहीं सक्ती। तुम ने कई बार देखा होगा कि जब किसी भारी बोझ को हिलाने, हटाने या सरकाने की आवश्यकता होती है तो एक कठिन लम्बा सलाख लेकर उसका एक सिरा तो बोझ के नीचे रखते हैं और बीच में टेकन रख कर दूसरे सिरे को नीचे की ओर दबाते हैं तो बोझ उठ आता है। यह एक

रम्भा का उदाहरण है। तुला की डण्डी भी एक प्रकार का रम्भा है॥

रम्भा एक नियमित स्थान के गिरद गति करता है जिस को टेक या थूनी कहते हैं। टेक रम्भा के दो भाग करता है उनको बांह कहते हैं॥

रम्भा तीन प्रकार के होते हैं। प्रथम जिस में टेक, शक्ति और बोझ के बीच में होता है। (पहिला चित्र)। इस प्रकार के रम्भा को मध्यस्थटेक कहते

पहिला चित्र

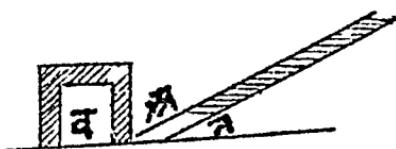
हैं। इस में दोनों बांह या तो बराबर होती हैं या छोटी बड़ी॥

दूसरे प्रकार के रम्भा में वोझ, टेक और शक्ति के वीच में होता है (दूसरा चित्र)। इस प्रकार के रम्भा को मध्यस्थ भारवान् कहते हैं।

दूसरा चित्र

इस में शक्ति की ओर की बांह वोझ की ओर की बांह से सदा वड़ी होती है ॥

तीसरी प्रकार का रम्भा वह है जिस में शक्ति, वोझ और टेक के बीच में होती है (तीसरा चित्र)।

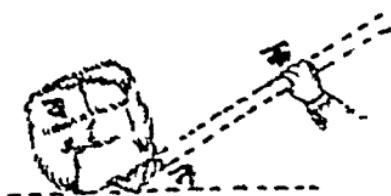
तीसरा चित्र

इस प्रकार के स्तम्भा को मध्यस्थ शक्तिमान् कहते हैं। इस में बोझ की ओर की बांह शक्ति की ओर की बांह से सदा बड़ी होती है ॥

स्तम्भा में जब शक्ति और बोझ का प्रभाव तुला हुआ होता है तो शक्ति को बोझ से वही सम्बन्ध होता है जो बोझ की ओर की बांह को शक्ति के ओर की बांह से होता है अर्थात् यदि शक्ति की ओर की बांह अधिक लम्बी होती है तो बोझ की अपेक्षा उतनी कम शक्ति लगानी पड़ती है। यदि बोझ की ओर की बांह अधिक लम्बी होती है तो बोझ की अपेक्षा उतनी अधिक शक्ति की आवश्यकता होती है। इस से स्पष्ट है कि प्रथम प्रकार के दण्ड में बांह बराबर होंगी तो तुलने की दशा में शक्ति और बोझ दोनों बराबर होंगे। बांह छोटी बड़ी होने की अवस्था में यदि बोझ की ओर की बांह बड़ी होगी तो बोझ की अपेक्षा उतनी ही अधिक शक्ति लगानी पड़ेगी और

यदि शक्ति की ओर की बांह बड़ी होगी तो बोझ की अपेक्षा उतनी कम शक्ति की आवश्यकता होगी। दूसरे प्रकार के दण्ड में चूंकि शक्ति की ओर की बांह अधिक लम्बी होती है इस लिये बोझ की अपेक्षा शक्ति कम लगानी पड़ती है। तीसरे प्रकार के दण्ड में बोझ की ओर की बांह शक्ति की ओर की बांह से सदा बड़ी होती है इस लिये बोझ की अपेक्षा सदा अधिक शक्ति की आवश्यकता होती है॥

भिन्न प्रकार के दण्डों के उदाहरण—

तुला की डण्डी प्रथम प्रकार का रम्भा है। इस में दोनों बांह बराबर होती हैं इस लिये डण्डी सीधी रखने के लिये दोनों पलड़ों में बराबर बोझ रखने होते हैं। जिस स्थान के गिरद डण्डी गति करती है वह टेक है। सरौता भी इसी प्रकार का रम्भा है। जिस स्थान पर दोनों फले कील से मिले हुए होते हैं वह टेक है। हत्थों की ओर शक्ति और जिस

स्थान पर किसी वस्तु को रख कर कुतरते हैं वहां बोझ होता है। जब किसी भारी बोझ को उठाने या सरकाने के समय सलाख का एक सिरा बोझ के नीचे रखते हैं और बीच में दण्ड लगाकर दूसरे सिरे को नीचे की ओर दबाते हैं जैसा चौथे चित्र में दिखाया है तो यह भी उसी प्रकार के रम्भा का

चौथा चित्र

उदाहरण होता है। इस में दण्ड टेक होता है और बोझ भार और हाथ का बल शक्ति ॥

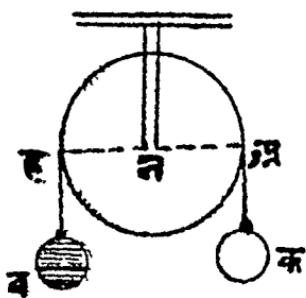
दूसरे प्रकार के रम्भा के उदाहरण भी बहुत हैं। जब किसी बोझ यथा कपास इत्यादि के बोरे को सरकाना चाहते हैं तो किसी लम्बी सलाख का एक सिरा बोरे के तले रखते हैं और दूसरे सिरे को

ऊपर की ओर उठाते हैं जैसा कि पांचवें चित्र से स्पष्ट है। यह दूसरे प्रकार का रम्भा है जहां सलाख

पांचवां चित्र

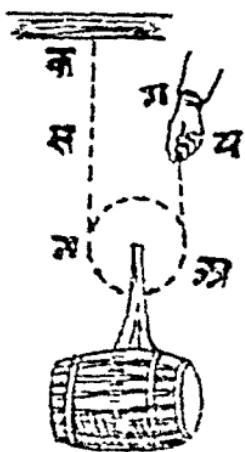
का सिरा पृथिवी से लगा हुआ होता है वह टेक है। बोरे का बोझ भार और हाथ का बल शक्ति है। रेल के स्टेशनों पर तुम ने छोटी २ हाथ की गाड़ियां देखी होंगीं जिन में बोझ रख कर पुरुष धकेल कर ले जाते हैं जैसा कि छटे चित्र से स्पष्ट है। यह भी दूसरे प्रकार के रम्भा का उदाहरण है।

छटा चित्र

इस में पय्ये का धुरा तो टेक है। गाड़ी में जो बोझ रक्खा हुआ है वह भार और पुरुष के हाथ का बल शक्ति है। सरोता भी जिस से सुपारियां काटते हैं दूसरे प्रकार का रम्भा है। जिस स्थान पर दोनों फले कील से जुड़े हुए होते हैं वह तो टेक है। सुपारी बोझ और हाथ का बल शक्ति है॥

चिमटे में जब अग्नि का अङ्गारा पकड़ कर उठाते हैं तो यह तीसरे प्रकार के रम्भा का उदाहरण होता है। जिस स्थान पर चिमटे के दोनों फरे मिलते हैं वह टेक है। हाथ का दबाओ शक्ति। अङ्गारे का विरोध बोझ। जब हाथ से किसी वस्तु को उठाते हैं तो हमारा हाथ तीसरे प्रकार के रम्भा का एक अच्छा उदाहरण है। हाथ की कुहनी जिस के गिरद हाथ हिलता है टेक है। बोझ भार और हाथ के पट्ठों का बल शक्ति॥

चरख़ी।

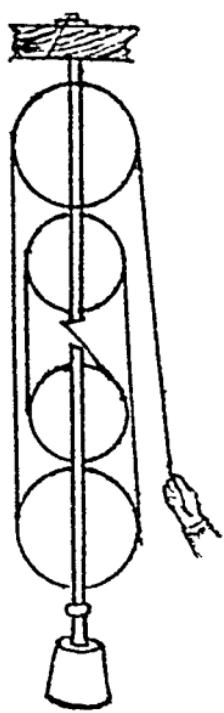
चरखी जिस को कभी उचित समय पर घिरनी भी कहते हैं लकड़ी या धातु का एक छोटा सा

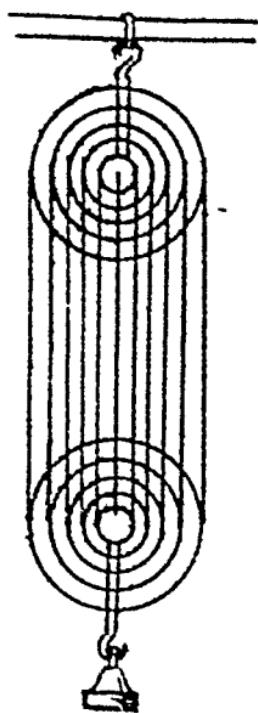
चक्र होता है। इस के घेरे पर एक झरी कटी हुई होती है जिस पर से बोझ खेंचने वाली रस्सी गुज़-र्ती है ऊंचे दरवाज़ों के परदों और जहाजों के बादबांनों इत्यादि के खेंचने के लिये चरखियां काम आती हैं॥

चरखियां दो प्रकार की होती हैं। स्थिर और अस्थिर। स्थिर चरखी उस को कहते हैं जो अपना स्थान न बदले और केवल एक स्थित कुण्डे के गिरद घूमे जैसे कूप की घिरनियां। अस्थिर चरखी उस को कहते हैं जो गमन करते समय अपना स्थान भी बदलती रहे और कुण्डे के गिरद का गमन भी साथ २ करती रहे। स्थिर चरखी के द्वारा भारी वस्तु को कम शक्ति से नहीं उठा सक्ते। नीचे एक स्थिर चरखी का चित्र बनाया हुआ है। उस के द्वारा यदि बोझ 'व' को शक्ति 'क' लगाकर उठायें तौ शक्ति बोझ की अपेक्षा अधिक चाहिये ।(चरखी स्थिर उस समय काम आती है जब किसी वस्तु

सातवां चित्र

को ऊपर से नीचे लाना या नीचे से ऊपर उठाने की आवश्यकता होती है ॥

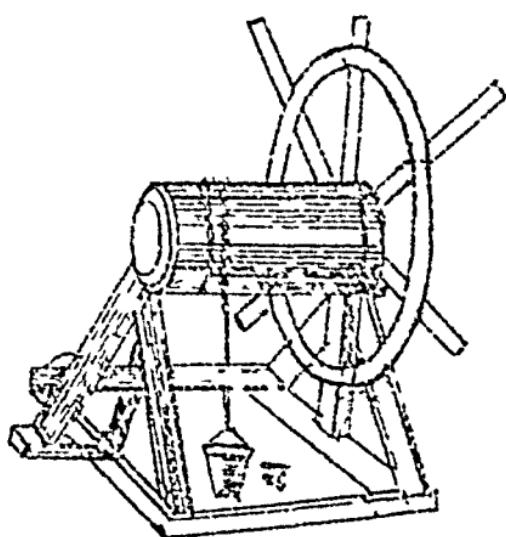
अस्थिर चरखी से बहुत लाभ होते हैं यथा यदि किसी पच्ये को अस्थिर चरखी के द्वारा ऊपर उठाना चाहो जैसा कि आठवें चित्र से स्पष्ट होता है तो पच्या बहुत सहज में उठ आयगा क्योंकि इस अवस्था में पच्ये का बोझ कांटे 'क' और हाथ 'ग' पर बट जायगा और हाथ पर हम को केवल आधे बोझ का भार प्रतीत होगा सो अस्थिर चरखियों का यह लाभ पता लग गया कि उस के द्वारा

आठवां चित्र

बोझ कितने ही भागों में बट कर सहज में उठ आता है । यह भी स्मरण रक्खो कि अस्थिर चरखी के द्वारा स्पष्ट सहायता तो मिल जाती है परन्तु उतना ही समय अधिक लगता ह क्योंकि जब दानों ओर की रस्सियां 'य' और 'स' एक २ गिरह ऊंची होंगी अथवा जब हाथ दो गिरह रस्सी खेंचेगा तो पथ्या केवल एक गिरह उठेगा ॥

चरखी और रम्भा दोनों का व्यवहार एक ही नियम पर होता है सातवें चित्र की स्थिर चरखी में रेखा 'अ' 'ह' को एक रम्भा समझ सक्ते

हैं और स्थान 'न' को टेक। चूंकि रम्भा के दोनों बाहु 'अ' 'न' और 'ह-न' तुल्य हैं इस लिये किसी प्रकार की सहायता नहीं मिल सक्ती। क्योंकि केवल तुल्य भार के लिये शक्ति भार के समान होनी चाहिये। यदि भार को उठाने की आवश्यकता हो तो शक्ति भार से अधिक चाहिये। आठवें चित्र की अस्थिर चरखी में स्थान 'न' को टेक और चरखी के अर्धव्यास 'ह-न' को छोटा बाहु और सारे व्यास 'अ-न' को बड़ा बाहु समझना चाहिये। इस अवस्था में बोझ उठाते समय सहायता मिल जायगी ॥

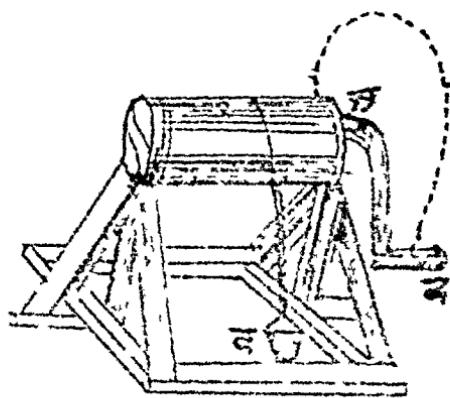
यद्यपि चरखी और दूसरे शक्ति वाले उपकरणों को काम में लाने से अभिप्राय के सिद्ध करने में देर बहुत लगती है परन्तु इन उपकरणों से जो लाभ मिलते हैं वह समय की हानि की अपेक्षा बहुत अधिक हैं। जितनी अधिक चरखियां लगाई जायेंगी उतनी ही अधिक सहज में बोझ उठ आयगा क्योंकि बोझ कई चरखियों पर बट जायगा ॥

मिली हुई वहुत सी चरखियों को जैसा कि नावें चित्र में देखते हो स्थिर चरखियों का प्रबंध

नौवां चित्र   दसवां चित्र

कहते हैं। ऐसी चरखियों को तुम ने जहाज़ के मस्तूलों पर बादवान उठाने के वास्ते लगा हुआ

देखा होगा। उन के द्वारा मल्लाह बादवानों को बहुत सहज में ऊपर चढ़ा देते हैं। दसवें चित्र में जो चरखियां बनी हुई हैं प्रायः जहाजों के कारखानों में काम आती हैं। यह अच्छे प्रकार से ध्यान रक्खो कि चरखियों को चाहे किसी प्रकार से मिलाओ पर उन की सहायता एक ही नियम पर रहती है॥

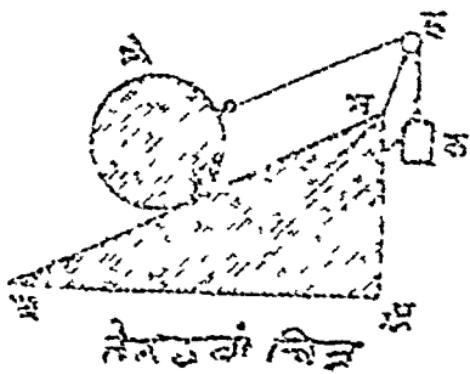
चक्र और धुरी।

चक्र को कभी २ पय्या या चाक कहते हैं और जिस अक्ष के गिरद चक्र घूमता है उसे धुरी या धुरा भी बोलते हैं। यदि चक्र की धुरी में कुछ बोझ बांध कर लटकायें और चक्र को फिरायें तो रस्सी धुरी पर लिपटती जायगी और बोझ बहुत सहज में उठ आयगा॥

ग्यारहवें चित्र में अनुमान करो कि एक डोल 'ब' रस्सी से बंधा हुआ कूप में लटक रहा है और

रस्सी को धुरी पर लपेट कर कूप में से डोल खेंचना चाहते हैं। स्पष्ट है कि यदि चक्र के बिना केवल धुरी ही को काम में लायें तो कुछ सहायता न मिलेगी क्योंकि धुरी चक्र के बिना स्थिर चरखी या ऐसे बीच में टेक वाले रम्भे की न्यायीं है जिस के दोनों बाहु बरावर हैं परन्तु यदि धुरी को चक्र में लगायें तो देखोगे डोल कितनी सहज में खिच आता

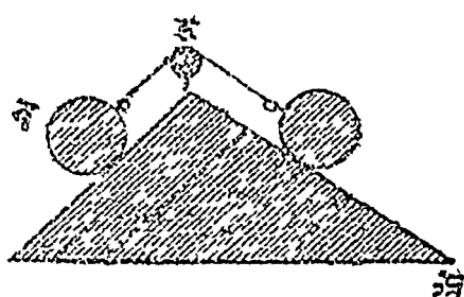
है। इस अवस्था में चक्र बड़े बाहु का और धुरी छोटे बाहु का काम देगी और जितना चक्र का घेरा धुरी के घेरे की अपेक्षा भ्रमण केन्द्र से अधिक दूर होगा उतना ही अधिक लाभ होगा और डोल को खेंचने में कम शक्ति की आवश्यकता होगी यथा यदि चक्र का घेरा धुरी के घेरे की अपेक्षा भ्रमण केन्द्र से बारह गुना दूर है तो डोल के सहारने के लिये उस के बोझ से बारहवें भाग के तुल्य शक्ति लगानी पड़ेगी। कभी चक्र के स्थान पर एक टेढ़ा कबजा लगाते हैं जैसा कि बारहवें चित्र में लगाया है और इस से भी

बारहवां चित्र

वही प्रयोजन निकलता है। कवज़े का एक भाग 'अ' जो धुरी से मिला हुआ है चक्र के स्थान पर है और वही लाभ देता है। दूसरे भाग 'ब' से कुछ सहायता नहीं मिलती वह केवल कवज़े के घुमाने के लिये एक दस्ता है जिस को हत्थी भी कहते हैं। ऐसे कवज़े जो चक्र का काम देते है तुमने उन कल-दार पंखों में देखे होंगे जिन में तख्तों के घूमने से वायु निकलती है। प्रायः कलों में चक्र का लगाना बहुत आवश्यक होता है और चक्र का काम मे लाना कई प्रकार से किया जाता है परन्तु जब उसे धुरी मे लगाते हैं तो सहायता सदा एक ही नियम पर मिलती है अथवा जितना चक्र का घेरा धुरी के घेरे की अपेक्षा अधिक बड़ा होता है उतनी शक्ति अधिक मिलती है। यदि तुम कपड़े इत्यादि के कारखानों में जाकर उस बड़े चक्र को देखो जिस का गमन सारा कल को गति देता है तो इस बात से बहुत आश्चर्यमय होगे कि यद्यपि इस कल से बहुत प्रभाव उत्पन्न होता है और चक्र की गति से बहुत कुछ

शक्ति मिल जाती है परन्तु उस को एक या दो घोड़े गति दे सक्ते हैं। यदि भाप की शक्ति के द्वारा जिस को भाप की कलों में काम में लाया जाता है चक्र को गति करते देखो तो पता लग जायगा कि किस सहज में चक्र घूमता है ॥

कभी २ शक्ति को पाने के लिये कुछ उद्यम नहीं करना पड़ता और वह बहुत सुगमता से मिल जाती है जैसे पनचक्की पानी के बल से चलती है है और वायु चक्की के बादबान वायु के बल से फिरते हैं। जो काम हम को आप करने पड़ते हैं कलों के द्वारा बहुत सुगमता से हो सक्ते हैं। हम को केवल प्रबंध करना शेष रह जाता है यथा जब वायु, पानी और धुआं कलों के द्वारा हमारा काम दे सक्ते हैं तो हम को आवश्य ही कलों का लाना और उन की गति का प्रबंध करना शेष रह जाता है ॥

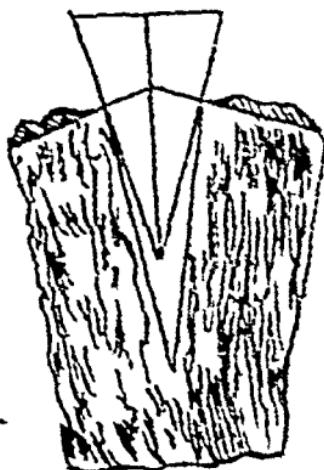
झुका हुआ स्थल ॥

झुका हुआ स्थल एक ढलवान स्थल होता है जिस के ढलान के कारण भारी बोझ कम शक्ति से

उठा सक्ता है इस वात का समझना कुछ कठिन नहीं है। यदि वोझ सीधा ऊपर की ओर उठाया जाय तो ऐसी सुगमता से न उठेगा जैसे सहज में तिरछे ढलवान स्थल के द्वारा उठ सक्ता है। तेरहवें चित्र में देखो कि वोझ 'व' 'अ' से सीधा 'म' की ओर

तेरहवां चित्र

उठाया जाने के स्थान पर तिरछा 'व' से 'म' की ओर उठाया गया है। ढलवान स्थल के सहारे से उस के उठाने मे कम शक्ति लगती है। यदि स्थान

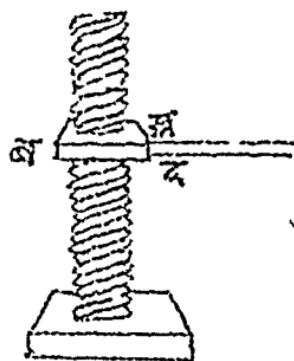
'ह' पर एक चरखी इस प्रकार से लगायें कि उस की रस्सी 'ह' जो बोझ से बंधी हुई है ढलवान स्थल व' के समानान्तर हो। और इस रस्सी की दूसरी ओर एक बोझ 'क' लटकायें। इस अवस्था में यदि शक्ति 'क' बोझ 'व' से वही अपेक्षा रखती हो जो ढलवान स्थल की ऊंचाई 'अ-म' उस की लम्बाई 'ब-म' से रखती है तो दोनों एक दूसरे को तोल लेंगे। बोझ 'व' कुछ तो ढलवान स्थल से और कुछ बोझ 'क' से सहारा पायगा ॥

चौदहवें चित्र में दो ऐसे ढलवान स्थल हैं जिन

चौदहवां चित्र।

की ऊंचाई तो एक है और लंबाई पृथक् २। इन दोनों स्थलों पर दो बोझ एक रस्सी से बंधे हुए रक्खे हैं। यह रस्सी चरखी 'ह' पर से गुज़रती है और दोनों स्थलों के समानान्तर है। यदि यह दोनों बोझ एक दूसरे को तोल लेंगे तो उन में एक दूसरे में वही अपेक्षा होगी जो उन स्थलों की लम्बाई में है॥

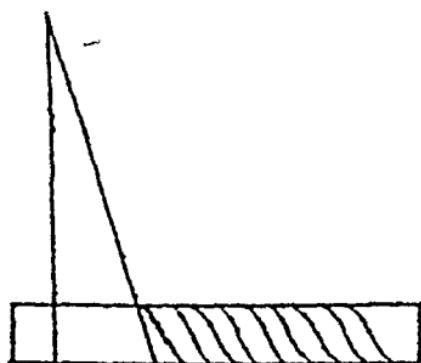
पच्चड़ (कीलक)।

पच्चड़ प्रायः लकड़ी या लोहे की होती है। उसका आकार त्रि-पार्श्व (मनशूर) का सा होता है और उस में दो ढलवान स्थल होते हैं जैसा कि पंद्रहवें चित्रमें दिखाया गया है। पच्चड़

पंद्रहवां चित्र

प्रायः पदार्थों के चीरने या पृथक् करने के लिये काम आता है। तुम ने कई वार लकड़हारों को पच्चड़ के द्वारा लकड़ियां चीरते देखा होगा ॥

पच्चड़ जिस समय लकड़ी या किसी और वस्तु में ठोकी जाती है तो उस वस्तु के कणिक प्रतिबंधक वल के कारण पच्चड़ का विरोध करते हैं। पच्चड़ से उतना अधिक लाभ होता है जितना वह पतला हो। पच्चड़ का प्रभाव ठोकने से पता लग जाता है केवल दवाओ से नहीं होता। तराशने और काटने के सारे उपकरण ढलवान स्थल या पच्चड़ के नियम पर वनते हैं। जिन उपकरणों की धार केवल एक ओर की ढलान से वनती है जैसे नहानी, रन्दा, पटासी, चौरसा सव ढलवान स्थल की न्यायीं हैं। तवर या चाकू से जव किसी वस्तु को काटते या चीरते हैं तो उन का व्यवहार पच्चड़ के नियम पर होता है। चाकू को जव आरे की न्यायीं किसी वस्तु पर खेंचते हैं जैसा कि भाजा (सवज़ी) काटने के समय

तो वह अच्छे प्रकार से काटता है । कारण यह है कि चाकू की धार निस्सन्देह बहुत बारीक आरा है ॥

पेच ।

पेच जो यन्त्र सम्बन्धी शक्तियों में काम में लाया जाता है दो वस्तुओं से मिला होता है अर्थात् अकेले पेच और पेचदान से जैसा कि सोलहवें चित्र में दिखाया है पेच 'अ' का चित्र ऐसा है

सोलहवां चित्र

जैसे किसी स्तम्भ के गिरद कोई उभरी हुई वस्तु लपेटी हो । इस उभरी हुई वस्तु को जो पेच के

गिरद लिपटी हुई देखते हो पेच की चौड़ी या पेच का सूत कहते हैं। पेचदान 'ब' जिस के अन्दर पेच घूमता है छेददार होता है और उस में ठीक पेच की चौड़ी की न्यायीं झरी कटी हुई होती है। इसी कारण से पेच उस के अन्दर अच्छे प्रकार से घूम सक्ता है। पेचदान में एक दस्ता लगा हुआ होता है जैसे 'द'। इसके बिना पेच सहायता के लिये अच्छे प्रकार से काम में नहीं आसक्ता। जब इस उप-करण को काम में लाते हैं तो पेचदान पेच पर घूमता हुआ चढ़ता है और पेच की चौड़ियां जितनी अधिक निकट २ होती हैं उतना ही पेचदान सुग-मता से चढ़ता है। पेच की बनावट दूसरी यन्त्र सम्बन्धी शक्तियों की अपेक्षा अधिक पेचदार है और वह एक प्रकार से ढलवान स्थल ही है। यदि एक कागज़ का टुकड़ा ढलवान स्थल के आकार का कुतर कर एक लेखनी पर लपेटें तो उस की तिरछी ओर की लपेट की रेखायें पेचकी चौड़ी की न्यायीं पेचदार

सतारहवां चित्र

होंगी जैसा कि सतारहवें चित्र से दिखाई देता है ॥

पेच किसी वस्तु के दवाने या वोझ उठाने के काम आता है। और जिल्द वन्दी में जो शिकंजा काम आता है। वह भी एक प्रकार का पेच होता है ॥

पदार्थ विद्या पर प्रश्न।

भूमिका।

१—पदार्थ विद्या की व्याख्या ॥

(१) दो ऐसी वस्तु वताओ जो भिन्न प्रकार की हों ॥

(२) एक ही वस्तु की दो भिन्न अवस्थाओं का उदाहरण वर्णन करो ॥

२—गमन या अस्थिरता की व्याख्या ॥

(१) गमन का स्वरूप समझने से पहिले जिन दो बातों का जानना आवश्यक है वह कौन सी हैं ॥

(२) दो पुरुष हैं उन में से एक की चाल सर्वदा एक समान रहती है और वह २ $\frac{१}{४}$ घंटे में आठ मील की यात्रा कर लेता है दूसरा एक घंटे में चार मील चलता है तो बताओ उन दोनों में से कौन शीघ्र चलता है ॥

(३) एक पुरुष २ $\frac{१}{२}$ घंटे में दस मील जाता है तो बताओ कि उस की फुर्ती (अथवा चाल) क्या है ॥

(४) एक तोप का गोला ५ $\frac{१}{२}$ सैकण्ड में ६६००, फुट गया तो बताओ कि उस की चाल क्या हुई ॥

३—शक्ति की व्याख्या ॥

(१) शक्ति से क्या अभिप्राय है ?

(२) परीक्षा के द्वारा किसी ऐसी शक्ति का उदाहरण दो जो स्थिर पदार्थ को अस्थिर कर देती है ॥

(३) परीक्षा के द्वारा किसी ऐसी शक्ति का उदाहरण दो जो स्थिर पदार्थ को ठहरा देती है।

(४) ऐसी शक्ति के उदाहरण में कोई परीक्षा वर्णन करो जो दूसरी शक्ति के कारण अपना प्रभाव न उत्पन्न कर सके ॥

सृष्टि की बड़ी २ शक्तियां ।

१—गुरुताकर्षण की व्याख्या ॥

(१) हर वस्तु में जो बोझ होता है उस का कारण क्या है ?

(२) अनुमान करो कि यदि पृथिवी का जिगर अन्दर से सारा खोखला हो जाय और केवल ऊपर का पोस्त शेष रहे तो उस से सीसे की गोली के बोझ में कुछ भेद पड़ेगा या नहीं ?

(३) अनुमान करो कि तुम पृथिवी से पृथक् कहीं वायु में अलग खड़े हो और एक पौण्ड सीसा तुम्हारे हाथ में है। बताओ उस सीसे में कुछ बोझ होगा या नहीं ॥

२—संयमक बल की व्याख्या ॥

(१) संयमक बल का उदाहरण दो ॥

(२) गुरुताकर्षण और संयमक बल में क्या भेद है ? उदाहरण देकर समझाओ ॥

३—रसायनिक बल की व्याख्या ॥

(१) रसायनिक बल का उदाहरण दो ॥

(२) इस बल में क्या विशेषता है ॥

४—इन शक्तियों के गुण ॥

(१) यदि गुरुताकर्षण न होती तो क्या होता ?

(२) यदि संयमक बल न होता तो क्या होता ?

(३) यदि रसायनिक आकर्षण न होता तो क्या होता ?

गुरुताकर्षण किस प्रकार से क्रिया करती है ।

१—गुरुत्व केन्द्र

(१) किसी पदार्थ के गुरुत्व केन्द्र से क्या अभिप्राय है ?

(२) क्या हर वस्तु में गुरुत्व केन्द्र होता है ?

(३) यदि कोई पदार्थ इस प्रकार से लटका हुआ हो कि विना रोक के गति कर सक्ता है तो उस का गुरुत्व केन्द्र कहां आन कर ठहरेगा ॥

(४) यदि चादर का कोई वेडौल टुकड़ा हो तो उस का गुरुत्व केन्द्र किस सुगम रीति से पता लगाओगे ॥

(५) यदि इस चादर का सारा स्थल एक समान न हो तो भी यही व्यवहार हो सक्ता है या नहीं ॥ इस का उत्तर कारण के साथ वर्णन करो ॥

२—तुला ॥

(१) साधारण तुला का चित्र बनाओ ॥

(२) क्या कारण है कि तुला का गुरुत्वकेन्द्र उस स्थान से ऊपर नहीं हो सक्ता जिस पर वह लटका करता है ॥

(३) जब तुला की डण्डी को एक ओर से ऊंचा या नीचा कर देते हैं तो फिर अपने विशेष ठिकाने पर क्यों आ जाती है ॥

द्रव्य की तीन दशायें ।

(१) द्रव्य की तीन दशाओं के नाम बताओ ॥

(२) इन तीनों दशाओं में से संयमक बल किस में सब से अधिक होता है और किस में कुछ भी नहीं ॥

(३) कोई ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से पता लग जाय कि पारे में कुछ संयमक बल है ॥

(४) एक ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से पता लग जाय कि पानी में भी कुछ संयमक बल है ॥

(५) ठोस की व्याख्या करो ॥

(६) द्रुत पदार्थों की व्याख्या करो ॥

(७) गैस की व्याख्या करो ॥

ठोस पदार्थों के गुण ।

(१) क्या ठोस पदार्थों का आकार या आयतन बदलना सर्वथा असम्भव है ?

(२) लोहे की सलाख का आकार वदलने या उस को तोड़ डालने की जो भिन्न अवस्थायें हैं उन का वर्णन करो ॥

(३) एक ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से सिद्ध हो कि किसी शहतीर पर जितना वोझ डाला जाता है उस के लग भग ही वह झुकता है ॥

(४) जब नौवीं परीक्षा में पटरी का केन्द्र १० पौण्ड वोझ रखने से एक इंच का ग्यारहवां भाग झुक गया तो वताओ उसी प्रकार से २८ पौण्ड वोझ रखने से उस का केन्द्र कितना नीचा हो जायगा ॥

(५) कोई ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से सिद्ध हो कि यदि शहतीर को चौड़ाई के स्थान पर (वजाय) मोटाई के बल रखकर वोझ रक्खें तो वह वहुत ही कम झुकेगा ॥

(६) वोझ पड़ने के पश्चात् किसी पुल या शहतीर के अपनी पूर्व अवस्था पर आ जाने से क्या अभिप्राय है ॥

(७) वह कौन सी दो आवश्यक बातें हैं जिन का राज को मकान बनाने में ध्यान रखना चाहिये ?

(८) रगड़ की व्याख्या परीक्षा के द्वारा वर्णन करो ॥

(९) यदि रगड़ न होती तो क्या होता ॥

द्रुत पदार्थों के गुण ।

१—आयतन और आकार ।

(१) यदि द्रुत पदार्थों का आकार बदलना चाहें तो क्या वह विरोध करते हैं ?

(२) जब द्रुत पदार्थों का आयतन बदलना चाहें तो क्या वह विरोध करते हैं । उस के सिद्ध करने में कोई परीक्षा वर्णन करो ॥

२—द्रुत पदार्थ दबाओ पहुंचाते हैं ॥

(१) कोई परीक्षा वर्णन करके सिद्ध करो कि द्रुत पदार्थ दबाओ पहुंचाया करते हैं ॥

(२) परीक्षा के द्वारा समझाओ कि द्रुत पदार्थ सब ओर दबाओ पहुंचाते हैं ॥

(३) द्रुत पदार्थों की यह विशेषता किस ने जानी थी ?

(४) एक ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से पता लग जाय कि द्रुत पदार्थों का दबाओ किसी उपकरण की डाट पर उस डाट के स्थल या चौड़ाई के अनुसार होता है ॥

(५) एक वर्तन में दो चतुष्कोण डाटें लगी हुई हैं जिन में एक का प्रत्येक पार्श्व दो इंच और दूसरी का तीन इंच है। पहिली डाट के स्थल पर पानी का दबाओ १० पौण्ड है तो बताओ दूसरी डाट के स्थल पर कितना होगा ॥

३—जल का चाप।

(१) जल के चाप का चित्र बनाओ और उस का स्वरूप वर्णन करो ॥

(२) जल के चाप के बड़े नल की डाट का स्थल छोटे नल की डाट के स्थल से ८० गुना है और छोटी डाट पर १५ पौण्ड बोझ धरा है तो बताओ बड़ी डाट कितने बल से उठेगी ॥

(३) क्या जल के चाप की बड़ी डाट उतनी ही शीघ्र ऊपर उठेगी जितनी शीघ्र छोटी डाट नीचे जाती है ॥

४—द्रुत पदार्थों का स्थल एक समान रहता है ।

(१) एक ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से पता लग जाय कि गुरुताकर्षण की दिशा पारे या किसी और द्रुत पदार्थ के विना रोक स्थल पर सीधी हुआ करती है ॥

(२) वाटर लैवल अर्थात् जलीय-सम्पाट का चित्र खेंचो और उस का हाल वर्णन करो ॥

५—गहिरे पानी का दबाओ ।

(१) एक ऐसी परीक्षा वर्णन करो और उस के उपकरण का चित्र खेंचो जिस से सिद्ध हो कि द्रुत पदार्थों का दबाओ उन की गहिराई के अनुसार हुआ करता है और ऊपर नीचे दोनों ओर हुआ करता है ?

(२) यदि किसी झील के स्थल से दस फ़ुट नीचे पानी का दबाओ ६ पौण्ड हो तो उसी स्थान पर २५ फ़ुट नीचे कितना दबाओ होगा ॥

(३) यदि दो झीलें हों एक छोटी दूसरी बड़ी और दोनों के स्थल से नीचे एक समान गहिराई पर पानी का दबाओ देखा जाय तो एक समान होगा या न्यूनाधिक ॥

(४) बोतल को गहिरे पानी में उतार कर यह क्योंकर सिद्ध कर सक्ते हो कि पानी का दबाओ नीचे की ओर होता है ?

६—पानी में तैराने वाली शक्ति ।

(१) परीक्षा से सिद्ध करो कि पानी में तैराने की शक्ति हुआ करती है ॥

(२) एक ऐसी परीक्षा करो जिस से यह पता लगे कि जब किसी वस्तु को पानी में तोलते हैं तो यद्यपि वह दृष्टि में हलकी हो जाती है परन्तु निस्सन्देह उस का बोझ कुछ कम नहीं होता ॥

(३) जातीय गुरुत्व पता लगाने की विधि प्रथम किस ने जानी थी और किस समय पर ?

(४) एक सोने का टुकड़ा है जिस का स्वामी उस को निर्मल बताता है। जब उस को वायु में तोलते हैं तो ७६ गरेन होता है और पानी में तोलने से केवल ७० गरेन रह जाता है तो बताओ वह खरा सोना है या नहीं। अपने उत्तर को युक्तियों से सिद्ध करो॥

(५) एक पत्थर को वायु में तोला तो २०० गरेन उतरा और पानी में तोलने से १५० गरेन। इसी प्रकार का एक और पत्थर है जिस का बोझ वायु में ५६० गरेन है तो बताओ पानी में उस का बोझ क्या होगा॥

८—दूसरे द्रुत पदार्थों की तैराने वाली शक्ति।

(१) बताओ। भारी द्रुत पदार्थों में अधिक तैराने वाली शक्ति होती है या हलकों में॥

(२) किसी ऐसे द्रुत पदार्थ का नाम बताओ जिस में लोहा तैरे ॥

(३) पुरुष साधारण जल में अधिक सहज में तैर सक्ता है या खारी में ?

(४) कोई पानी का ऐसा सरोवर बताओ जिस में पुरुष सहज में न डूबता हो ॥

९—कैशिकता या केषाकर्षण ।

(१) ऐसी अवस्था वर्णन करो जिस में पानी अपने स्थल से ऊपर चढ़ जाता है ॥

(२) ऐसी परीक्षा दिखाओ जिस से सिद्ध हो कि इस प्रकार पानी का किसी वस्तु में अपने स्थल से ऊंचा चढ़ जाना उस पर होता है कि उस वस्तु में पानी के लिये आकर्षण हो ॥

(३) कोई ऐसी वस्तु बताओ जिस में इसी प्रकार पारे के लिये आकर्षण हो ॥

गैसों के गुण

१—वायु का दबाओ और बोझ—

(१) द्रुत पदार्थों और गैस में बड़ा भेद क्या है ?

(२) पृथिवी वायु को खैंचती है या हटाती है। इसका उत्तर परीक्षा द्वारा बताओ ॥

(३) कोई ऐसी परीक्षा करो जिस से यह पता लगे कि कई गैसें अपने आयतन के तुल्य वायु से भारी होती हैं ॥

(४) एक और ऐसी परीक्षा करो जिस से सिद्ध हो कि कई गैसें अपने आयतन के तुल्य वायु से हलकी होती हैं ॥

(५) क्या वायु का यह समुद्र जो पृथिवी को सब ओर से घेरे हुए है पृथिवी पर उसी प्रकार बोझ डालता है जैसे पानी का समुद्र अपनी तह पर ॥

(६) यह काग़ज़ का टुकड़ा जो मेज़ पर पड़ा है। वायु के बोझ से दबकर मेज से क्यों नहीं चिपक जाता ? इस के उत्तर में कोई परीक्षा वर्णन करो ॥

(७) कोई ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से यह पता लग जाय कि वायु में तैराने की शक्ति है ॥

२—वायुभार मिति और उसके गुण—

(१) वायु भारमिति का स्वरूप वर्णन करो ॥

(२) इस उपकरण को किस ने निकाला था ?

(३) वायु भारमिति में पारा प्रायः कितनी ऊंचाई पर रहता है ?

(४) यदि वायु भारमिति को किसी ऊंचे पहाड़ की चोटी पर ले जायें तो पीछे की ऊंचाई अधिक हो जायगी या कम ?

(५) टारीसैल्ली शून्य स्थल से क्या अभिप्राय है ?

(६) वायुभार मिति की नली में पारे की ऊंचाई ऋतु के अनुसार किस प्रकार से न्यून वा अधिक होती रहती है ?

३—वायु निष्कासक यन्त्र ॥

(१) डाट, नल और खुलते मून्दते छिद्र (वैल्व) की व्याख्या करो ॥

(२) वायु निष्कासक यन्त्र का चित्र खेंचो और वर्णन करो कि वह किस प्रकार से काम देता है ॥

(३) एक वायु निष्कासक यन्त्र का घट ९ घन इंच का है और नल १० घन इंच का। तो बताओ उस की डाट की एक पूरी गति से घट की कितनी वायु बाहिर चली जायगी ॥

४—जलोत्तोलन यन्त्र—साइफन अर्थात् वक्रयन्त्र या पनचोर ॥

(१) यदि वायु भारमिति में पारे के स्थान पर पानी काम में लायें तो बताओ पानी की ऊंचाई अधिक होगी या कम ॥

(२) बताओ—वायु भारमिति की नली में पानी लगभग कितनी ऊंचाई तक पहुंचेगा ॥

(३) जलोत्तोलन यन्त्र का चित्र बनाओ और बताओ कि यह किस प्रकार से काम देता है ॥

(४) जब जलोत्तोलन यन्त्र के नल की डाट और सरोवर के पानी के स्थल के बीच में तीस

फुट से अधिक अन्तर होता है तो वह उपकरण काम क्यों नहीं देता ?

(५) यदि जलोत्तोलन यन्त्र को किसी ऊंचे पहाड़ की चोटी पर लगाया जाय तो नल के वैल्व और पानी के स्थल का अन्तर कम क्यों करना पड़ता है ॥

(६) जलोत्तोलन यन्त्र काम में लाने से पहिले कभी उस की डाट पर थोड़ा सा पानी क्यों छिड़कते हैं ?

(७) बक्रयन्त्र (साइफन) का चित्र खेंचो और बताओ कि उस से क्योंकर काम लिया जाता है ॥

अस्थिर पदार्थ ।

१—बल या शक्ति और काम

(१) बल कोई वस्तु है या किसी वस्तु की अवस्था या हालत का नाम है ॥

(२) यदि यह कहें कि कोई वस्तु बलवाली है तो उस से क्या अभिप्राय होता है ॥

(३) वलवाले पदार्थों की कुछ प्रसिद्ध २ अवस्थायें वर्णन करो ॥

(४) वल या शक्ति का माप किस प्रकार से करते हैं ॥

(५) काम के माप करने में इकाई किस को मानते हैं ॥

(६) यदि गुरुताकर्षण की विरुद्ध दिशा में साढ़े पांच पौण्ड वोझ का पदार्थ साढ़े दस फ़ुट ऊंचा उठाया जावे तो उस अवस्था में कितना काम हुआ ?

(७) यदि एक तोप का मुंह सीधा आकाश की ओर करके उस से २०० पौण्ड का गोला छोड़ें और वह साढ़े आठ सौ फ़ुट ऊंचा जाकर उलट आये तो उस गोले की शक्ति या वल वताओ ॥

२—अस्थिर पदार्थ का काम—

(१) एक पौण्ड वोझ के पत्थर को ३२ फ़ुट हर सैकण्ड की पहिली फुर्ती से ऊपर की ओर फेंकें तो वह १६ फ़ुट तक ऊंचा जायगा वताओ उस का कितना वल है ॥

(२) यदि चार पौण्ड बोझ का पत्थर उसी फुर्ती से जो अभी वर्णन हुई है ऊपर की ओर फेंका जाये तो वह कितनी ऊंचाई तक चढ़ेगा और उसमें कितना बल होगा ?

(३) यदि २ पौण्ड बोझ का पत्थर उस से दो गुनी अर्थात् ६४ फुट हर सैकण्ड की फुर्ती से ऊपर की ओर फेंका जाये तो वह कितनी ऊंचाई तक चढ़ जायगा और उस में कितना बल होगा ?

(४) एक तोप का गोला यदि हज़ार फुट हर सैकण्ड की फुर्ती से छोड़ा जाये तो बलूत के छः तखतों को चीर कर गुज़र जाता है । बताओ कि वैसा ही गोला यदि उस से दो गुनी अर्थात् दो हज़ार फुट हर सैकण्ड की फुर्ती से छोड़ा जाये तो उस प्रकार के कितने तखतों को चीर कर गुज़र जायगा ॥

३—स्थिरता और अस्थिरता की अवस्था में काम करने की शक्ति ॥

(१) क्या सोते या चुप पड़े हुए शेर में कुछ भी बल नहीं होता ? और यदि होता है तो किस प्रकार का होता है ?

(२) कोई ऐसा उदाहरण दो जिस से यह सिद्ध हो कि पत्थरों के ढेर में अपने स्थान के कारण से भी शक्ति होती है ॥

(३) पानी के सरोवर में किस अवस्था में बल हुआ करता है ?

(४) पवन चक्की में किस प्रकार की शक्ति काम आती है ?

(५) काम करने की स्थिर शक्ति को काम करने की अस्थिर शक्ति पर जो बड़ाई मिली हुई है उसे ठीक २ वर्णन करो ॥

थरथराने वाले पदार्थ ।

१—थरथराना—शब्द

(१) परीक्षा से एक ऐसे अस्थिर पदार्थ का उदाहरण दो जो सारे का सारा अपना स्थान नहीं बदलता ॥

(२) इस विशेष प्रकार की गति का क्या नाम है ?

(३) क्या थरथराने वाले पदार्थ से आस पास की वायु को निरन्तर धक्के पहुंचा करते हैं ॥

(४) जब यह धक्का हमारे कान में पहुंच कर पता देता है तो उस को क्या कहते हैं ?

२—शोर अथवा धमाका और मधुर स्वर ॥

(१) किसी ऐसे पदार्थ का उदाहरण दो जो वायु को केवल एक धक्का देता है ॥

(२) किसी ऐसे पदार्थ का उदाहरण दो जिस से वायु को बहुत से निरन्तर धक्के पहुंचते हैं ॥

(३) जब कोई अकेला धक्का हमारे कान पर लगता है तो उस को क्या कहते हैं ॥

(४) जब हमारे कान में बहुत से धक्के निरन्तर पहुंचते हैं तो उन को क्या कहते हैं ॥

(५) नीचे स्वर और ऊंचे स्वर में क्या भेद है ॥

(६) एक ऐसा उदाहरण दो जिस से पता लगे कि शब्द एक प्रकार की शक्ति है और काम कर सक्ती है ॥

३—शब्द का वायु के अन्दर से गुज़रना।

(१) कोई ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से सिद्ध हो कि शब्द के कान में पहुंचने के लिये वायु का होना आवश्यक है ॥

(२) जब तोप से वायु में धक्का पहुंचता है तो वायु के जिन विशेष कणिकों को धक्का पहुंचता है क्या वही कणिक वहां से दौड़ कर दूर अन्तर पर सुनने वाले के कान में आया करते हैं ?

(३) यदि इस प्रकार से नहीं होता तो उसके कान तक गति क्योंकर पहुंचती है ? इस के उत्तर को परीक्षा से समझाओ ॥

(४) अंगरेज़ों में जो 'किरूके' नाम का एक खेल होता है उस से इस बात को सिद्ध करो ॥

४—शब्द की शीघ्रता ।

(१) सिद्ध करो कि शब्द को तोप से कान तक पहुंचने के लिये कुछ समय की आवश्यकता है।

(२) वायु में शब्द किस शीघ्रता से चलता है?

(३) पानी में शब्द किस शीघ्रता से गुज़रेगा?

(४) लकड़ी में किस शीघ्रता से गुजरेगा?

(५) एक पुरुष ने दूर खड़े हुए तोप का चमकारा देखने के ५½ सैकण्ड पश्चात् उस का शब्द सुना तो बताओ वह तोप से कितनी दूर खड़ा था॥

५—प्रतिध्वनि अथवा नाद।

(१) पदार्थ विद्या से वर्णन करो कि नाद किस प्रकार से उत्पन्न होता है॥

(२) एक ऐसी परीक्षा करो जिस से यह सिद्ध हो कि ज्योति की न्यायीं शब्द भी एक केन्द्र में एकत्र हो सक्ता है॥

(३) 'लंडन' में जो 'सेंटपाल' का बड़ा गिरजा है उस में शब्द की जो विशेषता है उस का हाल ठीक प्रकार से वर्णन करो॥

६—यह जानने की विधि कि एक विशेष स्वर को उत्पन्न करने के लिये एक सैकण्ड में वायु को कितने धक्के पहुंचते है ॥

(१) जिस उपकरण से हर स्वर के अनुसार थरथराहट के धक्कों की गणना हर सैकण्ड में जानी जा सक्ती है उस का चित्र खेंचो और हाल वर्णन करो ॥

उष्ण पदार्थ ॥

१—ताप का स्वभाव ।

(१) क्या उष्ण पदार्थ शीतल पदार्थ से भारी होता है ?

(२) क्या उष्ण पदार्थों में शीतल पदार्थों की अपेक्षा अधिक बल होता है ?

(३) यदि ताप भी एक प्रकार की गति है तो उष्ण पदार्थों के कणिक नेत्र को गति करते हुए क्यों नहीं दिखाई देते ॥

(४) थरथराने वाले पदार्थों में जो दो बातें ध्यान के उचित हैं वह कौन सी हैं ॥

(५) उष्ण पदार्थों में भी दो बातें ध्यान करने के उचित हैं । बताओ वह कौन सी हैं ॥

२—जब पदार्थ उष्ण किये जाते हैं तो फैल जाते हैं ॥

(१) कोई ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से सिद्ध हो कि धातु का गज उष्ण होकर बढ़ जाता है।

(२) यदि एक शीशी में पानी भर कर उष्ण करें तो क्या होता है ॥

(३) यदि एक फुकने के दो तिहाई भाग में वायु भर उष्ण करें तो क्या होता है ?

३—तापमिति और उस के बनाने की विधि।

(१) तापमिति का हाल पूरा २ वर्णन करो।

(२) तापमिति के भरने और बन्द करने की विधि वर्णन करो ॥

(३) सौ दरजे वाले उष्णता मापक पर दरजे लगाने की विधि वर्णन करो ॥

(४) इस उपकरण को सौ दरजे का उष्णता मापक क्यों कहते हैं ॥

(५) सौ दरजे के उष्णतामापक पर पुरुष के रुधिर के ताप का दरजा कौन सा है ॥

४—ठोस, द्रुत पदार्थों और गैसों का फैलना।

(१) शीशा अधिक फैलता है या सीसा ?

(२) पलैटीनम अधिक फैलता है या जिस्त ?

(३) तापमिति के द्वारा सिद्ध करो कि द्रुत पदार्थ ठोस पदार्थों की अपेक्षा अधिक फैलते हैं ॥

(४) द्रुत पदार्थ अधिक दरजे के ताप पर कम दरजे के ताप की अपेक्षा शीघ्र २ फैलते हैं या धीरे २ ?

(५) क्या द्रुत पदार्थों की अपेक्षा गैसें अधिक फैलती हैं ?

(६) क्या ताप के बिना कोई और भी कारण है जिस से गैसें फैल जाती हैं ॥

(७) एक फुकना है जिस में कुछ वायु भरी हुई है। इस फुकने का आयतन जमाओ के दरजे पर हज़ार घन इंच हो तो बताओ खौलाओ के दरजे पर उस का आयतन कितना हो जायगा॥

(८) एक परीक्षा वर्णन करके सिद्ध कर दो कि द्रुत पदार्थ बड़े बल से फैलते हैं॥

(९) पदार्थ शीतल होकर बड़े बल से सुकड़ने हैं बताओ उस से गाड़ी के पय्ये बनाने में क्या लाभ होता है॥

५—विशिष्ट ताप।

(१) किसी पदार्थ के विशिष्ट ताप से क्या अभिप्राय होता है॥

(२) कोई ऐसी वस्तु बताओ जिस का विशिष्ट ताप बहुत अधिक हो॥

(३) कोई ऐसी वस्तु बताओ जिस का विशिष्ट ताप बहुत थोड़ा हो॥

(४) दूसरे और तीसरे प्रश्न के उत्तर को परीक्षा से समझा दो॥

६—अवस्था या हालत का वदलना ।

(१) जव किसी पदार्थ को उष्ण करते हैं तो उस की अवस्था किस विधि से वदलती है ?

(२) लोहे का एक टुकड़ा तो अग्नि खाते २ श्वेत पड़ गया है परन्तु अभी तक ठोस है और दूसरा पिगल गया है वताओ इन दोनों में कौन सा अधिक उष्ण है ॥

(३) जब लोहे का एक टुकड़ा ताप खाते २ पिगल जाय और दूसरा भाप वन कर उड़ जाय तो वताओ इन दोनों में किस को अधिक ताप पहुंचा ॥

(४) कोई ऐसा द्रुत पदार्थ वताओ जो कभी जम न सका हो ॥

(५) कोई ऐसी गैस वताओ जो कभी द्रुत न वनी हो ॥

(६) किसी पदार्थ की शीतलता और उष्णता का परिमाण करने के लिये स्पर्श शक्ति पर भरोसा कर सक्ते हैं या नहीं ॥

(७) हठी पदार्थ से क्या अभिप्राय है ? किसी ऐसे पदार्थ का नाम बताओ ॥

(८) सौ दरजे के उष्णतामापक में बर्फ के पिघलने और पानी के खौलने का दरजा कौन सा है ?

७—पानी और भाप का गुप्त ताप।

(१) पानी के गुप्त ताप से क्या अभिप्राय है ? परीक्षा से समझाओ ॥

(२) यदि शून्य दरजे के एक पौण्ड् बर्फ को सौ दरजे के खौलते हुए पानी में मिलाया जाय तो दोनों का मध्य ताप ५० दरजे से अधिक होगा या कम ?

(३) परीक्षा के द्वारा समझाओ कि भाप के गुप्त ताप से क्या अभिप्राय है ?

(४) यदि शून्य दरजे के एक पौण्ड पानी में सौ दरजे की एक पौण्ड भाप मिलाई जाये तो दोनों का मध्य ताप ५० दरजे से अधिक होगा या कम ?

(५) इस से क्या अभिप्राय है कि पानी का गुप्त ताप ७९ है ?

(६) इस से क्या अभिप्राय है कि भाप का गुप्त ताप ५३७ है ?

(७) यदि पानी का गुप्त ताप बहुत कम होता तो कई देशों में उसका क्या प्रभाव होता ॥

(८) यदि भाप का गुप्त ताप बहुत कम होता तो उस से क्या होता ?

(९) परीक्षा से सिद्ध करो कि असली भाप कभी दिखाई नहीं देती ॥

८—उबाल अथवा स्फोटन और वाष्पीभवन—

(१) स्फोटन और वाष्पीभवन में क्या भेद है ?

(२) पानी के खौलाओ का दरजा किस बात पर होता है ?

(३) पहाड़ की चोटी पर पानी के खौलाओ का दरजा ऊंचा होगा या नीचा ? और क्यों ?

(४) किसी गहिरी कान मे खौलाओ का दरजा ऊंचा होगा या नीचा और क्यों ?

(५) परीक्षा से वर्णन करो कि दबाओ कम होने का प्रभाव खौलाओ के दरजे पर क्या होता है?

(६) जब पानी ठोस अवस्था से बदल कर द्रुत पदार्थ बन जाता है तो वह फैल जाता है या सुकड़ जाता है। इसका उत्तर परीक्षा से समझाओ॥

(७) कोई ऐसी वस्तु बताओ जो इस प्रकार के बदलने में पानी के उलट हो॥

(८) जब कोई वस्तु द्रुत अवस्था से बदल कर गैस की अवस्था में आती है तो बताओ वह फैलती है या सुकड़ती है॥

(९) यदि एक घन इंच खौलते हुए पानी की भाप बने तो कितने स्थान में समायेगी॥

९—उष्णता के और गुण—शीत जनक मिश्र॥

(१) कोई ऐसा उदाहरण वर्णन करो जिस में ताप से रासायनिक प्रभाव अधिक होता हो॥

(२) क्या रासायनिक व्यवहार से प्रायः ताप उत्पन्न हुआ करता है?

(३) कोई ऐसा उदाहरण वर्णन करो कि दो पदार्थों के मिलाने से ताप कम हो जाता है और बताओ इस मिश्र से यह बात किस प्रकार से उत्पन्न होती है ॥

(४) क्या कारण है कि जो द्रुत पदार्थ भाप बन कर उड़ जाता है वह बहुत शीतल प्रतीत होता है ॥

१०—ताप का विभाग या बांट ।

(१) क्या ताप सर्वदा अपने आप का विभाग करना चाहता है ?

(२) ताप का विभाग किस प्रकार से होता है ?

(३) ताप का परिवर्तन द्वारा मेल और तेज विसर्जन का एक २ उदाहरण वर्णन करो ॥

११—ताप का प्रवाह और ताप का परिवर्तनद्वारा मेल ॥

(१) ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से सिद्ध हो कि ताप शीशे की अपेक्षा धातु में अधिक प्रवाह करता है ॥

(२) ऊन और पर में ताप अच्छे प्रकार से प्रवाह करता है या बुरे प्रकार से ॥

(३) ऐसे पदार्थ किस अवस्था में ताप को अंदर का अंदर ही रखते हैं बाहिर नहीं आने देते ?

(४) ऐसे पदार्थ किस अवस्था में ताप को बाहिर से अन्दर नहीं जाने देते ॥

(५) एक ऐसी परीक्षा वर्णन करो जिस से सिद्ध हो कि ताप लोहे की अपेक्षा तांबे में अधिक प्रवाह करता है ॥

(६) ताप के प्रवाह और ताप के परिवर्तन द्वारा मेल में बड़ा भेद क्या है ?

(७) जब बर्तन में पानी भर कर उसके तले आग जलाते हैं तो उस में जो पानी की धारायें उत्पन्न होती हैं उनकी दिशा का चित्र खेंच कर दिखाओ ॥

(८) ताप के परिवर्तन द्वारा मेल से जो कुल झील का पानी जमने नहीं पाता उस का स्वरूप वर्णन करो ॥

(९) वायु में ताप के परिवर्तनद्वारा मेल से जो अवस्था होती है उसका एक उदाहरण दो ॥

(१०) अयनवायु का हाल वर्णन करो ॥

उष्ण पदार्थों में से ज्योति निकला करती है।

१—विसर्जित ताप और ज्योति—ज्योति की फुर्ती ॥

(१) सूर्य का ताप पृथिवी तक किस व्यवहार से पहुंचता है ?

(२) जिस पतीली में पानी उष्ण होता है क्या उस में से उष्णता की किरणें निकला करती हैं ॥

(३) उन किरणों के स्वभाव में क्या विकार उत्पन्न होता है जो किसी ऐसे पदार्थ में से निकलती हैं जिसे निरन्तर ताप पहुंचाये जायें ॥

(४) ज्योति की शीघ्रता पहिले किस ने व्यक्त की थी ?

(५) ठीक २ वर्णन करो कि यह बात किस प्रकार से जानी गई थी ॥

(६) ज्योति किस फुर्ती से चलती है ?

(७) यदि सूर्य की ज्योति तत्क्षण जाती रहे तो यह बात हम को कितने समय के पश्चात् प्रतीत होगी ॥

(८) क्या ज्योति के कणिक होते हैं जो पदार्थ से निकलते हैं ? यदि यह नहीं तो बताओ ज्योति क्या वस्तु है ॥

२—ज्योति का प्रतिक्षेप ।

(१) ज्योति के प्रतिक्षेप की अवस्था किसी परीक्षा से समझा दो ॥

(२) प्रतिक्षेप के नियम के दोनों भाग पृथक् २ वर्णन करो ॥

(३) दो चार अक्षरों का चित्र बनाओ और फिर उन का चित्र जिस प्रकार से किसी शीशे के स्थल में प्रतीत होता है खेंचो ॥

(४) ताप मिति में जो पारे से भरी हुई शीशी होती है उस में बाहिर की वस्तुओं का चित्र कैसा दिखाई दिया करता है ॥

(५) दो प्रतिबिम्बकर्त्ता धातु के कटोरों की परीक्षा वर्णन करो ॥

२--ज्योति का वक्रीभवन-

(१) ज्योति के वक्रीभवन की अवस्था परीक्षा से समझाओ ॥

(२) चित्र खेंच कर दिखाओ कि ज्योति की किरण जब शीशे के पारदर्शक टुकड़े में से गुज़रती है तो उस की दिशा शीशे के अन्दर जाने से पहिले उस में से गुज़रते समय और उस में से निकलने के पश्चात् किस प्रकार की होगी ?

(३) ज्योति की किरण एक पच्चड़ के आकार के तीन पहलू वाले अर्थात् त्रिपार्श्व शीशे में से गुज़रती है चित्र खेंचकर दिखाओ कि उस किरण की दिशा उस में प्रविष्ट होने से पहिले, उस में गुज़रते समय और गुज़रने के पश्चात् किस प्रकार की होगी ?

(४) जब किरण त्रिपार्श्व शीशे में से गुज़रती है तो बताओ कि वह मुड़ कर उस के अतिस्थूल भाग

की ओर झुक आया करती है या उस से हटा करती है ॥

४—ताल और चित्र जो उन से उत्पन्न होते हैं ॥

(१) एक ताल वा लैंस मेज़ पर पड़ा है चित्र खेंचकर दिखाओ कि जब तुम उसे ऊपर से देखोगे तो उस का चित्र कैसा प्रतीत होगा ॥

(२) चित्र खेंचकर दिखाओ कि उस शीशे का चित्र किनारों की ओर देखने से कैसा प्रतीत होगा ॥

(३) लैंस और त्रिपार्श्व शीशे में क्या सादृश्य है ।

(४) चित्र खेंचकर बताओ कि जब बहुत सी समानान्तर किरणें दूर से आकर किसी लैंस पर पड़ती हैं तो किस प्रकार से मुड़ती हैं ॥

(५) लैंस से जलाने वाले शीशे का काम किस प्रकार से लेते हैं ॥

(६) बताओ कि छायाचित्र उतारने वाले लैंस से किस प्रकार से काम लेते हैं ॥

५—महत्वप्रदर्शक ताल ।

(१) अकेले लैंस से छोटी सी वस्तु बड़ी किस प्रकार से प्रतीत होने लगती है ?

(२) यदि वह वस्तु बहुत दूर हो तो भी अकेले लैंस से यह काम निकल सक्ता है या नहीं ?

(३) ऐसी अवस्था में तुम क्या विधि करोगे उसे क्या कहते हैं ?

६—भिन्न प्रकार की ज्योति में भिन्न दरजे का प्रतिक्षेप होता है ॥

(१) अनुमान करो कि कुछ नीली, लाल और हरी किरणें त्रिपार्श्व पर मिली जुली पड़ें क्या उस में से निकलते समय भी मिली जुली रहेंगी ॥

(२) यदि मिली जुली न रहेंगी तो किस विधि से प्रतिक्षिप्त होंगी ?

(३) श्वेत ज्योति कितने रङ्गों से मिली हुई है ॥

(४) चित्र खेंचकर बताओ कि यह बात त्रिपार्श्व शीशे के द्वारा किस प्रकार से सिद्ध हो सक्ती है ॥

(५) प्रथम किस ने व्यक्त किया था कि श्वेत ज्योति यौगिक प्रकार की होती है ॥

(६) सपक्टरम अर्थात् सप्त रङ्ग किसे कहते हैं ? अपने उत्तर को परीक्षा से समझा दो ॥

७—ताप क्या वस्तु है—

(१) जब लुहार किसी लोहे के टुकड़े पर भारी हतौड़ा मारता है तो वह शक्ति जिस से हतौड़ा उस लोहे पर लगता है कहां जाती है ?

(२) जब किसी बटन को लकड़ी के टुकड़े पर रगड़ते हैं तो उस रगड़ने में जो शक्ति खर्च होती है वह कहां जाती है ?

(३) धक्के की शक्ति बदलने से ताप होने का वृत्तान्त मोमी दिया सिलाई की परीक्षा से समझादो ॥

(४) जब रेल की शीघ्रता कम होने लगती है तो इंजन के बन्धन चक्र (ब्रेक व्हील) में से चिंगारियां क्यों निकला करती हैं ?

(५) कोई ऐसा उदाहरण दो जिस से पता लगे कि ताप वदलकर फिर गति की शक्ति हो जाता है॥

तड़ित्नियुक्त पदाथ ।

१—विद्युद्ग्राहक पदार्थ और विद्युदग्राहक पदार्थ॥

(१) तड़ित् विद्या में सब से पहिले कौन सी बात विदित थी?

(२) डाक्टर 'गिल्बरट' ने कौन सी बात व्यक्त की?

(३) परीक्षा से सिद्ध करो कि तड़ित्शक्ति शीशे में प्रवाह नहीं करती॥

(४) परीक्षा से सिद्ध करो कि तड़ित्शक्ति धातु की वस्तु में प्रवाह कर जाती है॥

(५) इन गुणों के कारण से शीशे और धातु को क्या कहा करते हैं॥

(६) एक सूची तो उन वस्तुओं की लिखो जो अच्छी विद्युद्ग्राहक हैं और एक उन की जो अच्छी विद्युद्ग्राहक नहीं॥

२—तड़ित् दो प्रकार की होती है-

(१) परीक्षा से सिद्ध करो कि तड़ित् दो प्रकार की होती है ॥

(२) जिन वस्तुओं में एक ही प्रकार की तड़ित् भरी हुई हो वह एक दूसरी पर क्या प्रभाव करती हैं और जब भिन्न प्रकार की तड़ित् उन के अन्दर जाती है तो एक दूसरी पर उन का क्या प्रभाव होता है ॥

(३) वह परीक्षा वर्णन करो जिस से दोनों प्रकार की तड़ित् पृथक् कर सक्ते हैं ॥

(४) जब शीशे की डण्डी रेशमी कपड़े पर रगड़ते हैं तो उन दोनों वस्तुओं में कौन २ प्रकार की तड़ित् आ जाती है ?

(५) जब लाख की डण्डी को फलालैन पर रगड़ते हैं तो उन दोनों में किस २ प्रकार की तड़ित् उत्पन्न हो जाती है ?

३—रगड़े हुए पदार्थों का प्रभाव बिना रगड़े हुए पदार्थों पर—परीक्षायें ॥

(१) परीक्षा से सिद्ध करो कि विद्युत् उपपादन से क्या अभिप्राय है ?

(२) अलक्तार्क चिंगारी का वृत्तान्त वर्णन करो और बताओ वह क्यों उत्पन्न होती है ॥

(३) सोने के पत्र वाले विद्युद्दर्शक यन्त्र का चित्र बनाओ और उस को काम में लाने की रीति वर्णन करो ॥

(४) यदि विद्युद्दर्शक यन्त्र में अनुलोम अलक्तार्क भेजी जावे और उस के लट्टू के पास शीशे की रगड़ी हुई डण्डी लायें तो विद्युद्दर्शक पर उस का क्या प्रभाव होगा ?

(५) यदि विद्युद्दर्शक यन्त्र के लट्टू के पास लाख की रगड़ी हुई डण्डी लाई जाये तो उस की अनुलोम अलक्तार्क पर क्या प्रभाव होगा ?

(६) यदि किसी विद्युत् क भण्डार के पास कोई ऐसी पीतल की गोली लाई जाये जिस की तड़ित् उस के अन्दर से कहीं बाहिर नहीं जा सक्ती

हो तो एक छोटी सी चिंगारी निकलती है परन्तु यदि यह गोली पृथिवी से मिला दी जाए तो बड़ी चिंगारी निकलती है बताओ इस का क्या कारण है ॥

(७) यदि पिछले प्रश्न की गोली में एक नोक लगा दी जाय तो चिंगारी उत्पन्न न होगी, बताओ इस का क्या कारण है ॥

(८) 'फ्रैंकलन' ने कौन सी बात व्यक्त की थी ॥

४—तड़ित् यन्त्र–'लेडन' का घट ।

(१) तड़ित् यन्त्र का एक सारा चित्र बनाओ और बताओ कि वह क्योंकर काम देता है ॥

(२) 'लेडन' के घट का चित्र बनाओ और बताओ कि वह किस प्रकार से काम देता है ॥

(३) द्युति चारक का चित्र बनाओ और बताओ कि वह किस प्रकार से काम देता है ॥

५—तड़ित् भरे हुए पदार्थों से बल अथवा शक्ति होती है ॥

(१) सिद्ध करो कि तड़ित् एक ऐसी वस्तु है जिस में कुछ शक्ति या वल होता है ॥

(२) बिजली की चमक के समय जो कुछ दिखाई देता है क्या वह विद्युत होती है? यदि विद्युत नहीं तो क्या ?

(३) तड़ित यन्त्र को फिराना कठिन क्यों है ?

६—तड़ित् धारा ।

(१) वाल्य विद्युत् कोष्ठ का चित्र बनाओ और वर्णन करो कि वह किस प्रकार से काम देता है ॥

(२) विद्युत् कोष्ठ के ध्रुव के तारों से क्या अभिप्राय है ?

(३) जब विद्युत् कोष्ठ में चक्कर पूरा होजाता है तो अनुलोम तड़ित् की धारा किस ओर में दौड़ा करती है ॥

(४) गरोव साहिब के विद्युत् कोष्ठ का चित्र बनाओ और बताओ कि वह किस प्रकार से काम देता है ॥

७—तड़ित् धारा के गुण।

(१) तड़ित् धारा के द्वारा पलाटीनम के तार को किस प्रकार से उष्ण कर सक्ते हैं ?

(२) इस धारा से पानी को किस प्रकार से फाड़ सक्ते हैं ?

(३) यदि पानी के कणिक पृथक् २ किये जावें तो आक्सीजन कौन से ध्रुव पर निकलेगी और हाईडरोजन कौन से ध्रव पर ?

(४) तड़ित् धारा की सहायता से लोहा, लोहे को किस प्रकार से खेंच सक्ता है ?

(५) क्या कोमल लोहे में यह गुण तड़ित् धारा बन्द हो जाने के पश्चात् भी रहा करता है ?

(६) चुम्बकीय सुई से क्या अभिप्राय है ?

(७) तड़ित् धारा के द्वारा चुम्बकीय सुई की दिशा क्या होगी ?

(८) अलक्तार्क तार का नियम समझाओ ॥

———

यंत्रों से सम्बन्ध रखने वाली शक्तियां।

प्रश्न।

१—कल की व्याख्या वर्णन करो ॥

२—यन्त्रों से क्या लाभ होते हैं ?

३—अकेले यन्त्र कितने हैं ? उन के नाम बताओ।

४—यन्त्र सम्बन्धी शक्तियों से क्या अभिप्राय है ?

५—हर एक अकेली कल में दो शक्तियां हुआ करती हैं। उन को क्या कहते हैं ?

रम्भा।

१—रम्भा किसे कहते हैं ? कोई उदाहरण देकर समझाओ ॥

२—रम्भा को बंधानियों की भाषा में क्या कहते हैं ?

३—टेक और बांह किसे कहते हैं ?

४—रम्भा कितने प्रकार के होते हैं हर एक का नाम बताओ ॥

५—प्रथम प्रकार के रम्भा की व्याख्या वर्णन करो ॥

६—दूसरी प्रकार के रम्भा की व्याख्या वर्णन करो ॥

७—तीसरी प्रकार के रम्भा की व्याख्या वर्णन करो ॥

८—रम्भा में जब शक्ति और बोझ तुला हुआ होता है तो उन में क्या अपेक्षा होती है ?

९—प्रथम प्रकार के रम्भा में यदि शक्ति और बोझ का प्रभाव तुला हुआ हो तो बोझ की अपेक्षा शक्ति तुल्य अधिक और कम किस २ अवस्था में लगानी पड़ेगी ॥

१०—दूसरी प्रकार के रम्भा में बोझ की अपेक्षा शक्ति सर्वदा कम क्यों लगानी पड़ती है ?

११—तीसरी प्रकार के रम्भा में बोझ की अपेक्षा शक्ति सर्वदा अधिक क्यों आवश्यक होती है ?

१२—रम्भा के एक सिरे पर २० पौण्ड का बोझ है और बोझ की ओर का बांह एक फुट लम्बा है। यदि दूसरा बांह ५ फुट लम्बा

हो तो बोझ को सहारने के लिये कितनी शक्ति लगानी पड़ेगी ॥

१३—प्रथम प्रकार के रम्भा के दो उदाहरण दो।

१४—दूसरी प्रकार के रम्भा के दो उदाहरण दो ॥

१५—तीसरी प्रकार के रम्भा के दो उदाहरण दो ॥

चरखी।

१—चरखी किसे कहते हैं ?

२—चरखी कितनी प्रकार की होती है ॥

३—स्थिर चरखी की व्याख्या वर्णन करो ॥

४—अस्थिर चरखी की व्याख्या वर्णन करो ॥

५—स्थिर चरखी किस काम में लाते हैं ॥

६—अस्थिर चरखी कब काम में लाते है ॥

७—अस्थिर चरखी का गुण वर्णन करो ॥

८—अस्थिर चरखी से जितनी सहायता मिल सक्ती है उतना ही समय खर्च होता है। उस की व्याख्या वर्णन करो ॥

९—चरखी और रम्भा में क्या सादृश्य है ?

१०—स्थिर चरखियों के प्रबंध से क्या अभिप्राय है।

११—स्थिर चरखियों के प्रबंध से क्या लाभ है ॥

चक्र और धुरी ।

१—चक्र और धुरी किसे कहते हैं ॥

२—चक्र और धुरी से सहायता क्योंकर मिल सक्ती है ?

३—यदि धुरी बिना चक्र के हो तो उस से सहायता क्यों नहीं मिल सक्ती ?

४—चक्र और धुरी और रम्भा में क्या सादृश्य है ?

५—धुरी में कभी चक्र के स्थान पर दस्ता लगा देते हैं उस से क्या लाभ होता है ?

६—धुरी और चक्र में चक्र का व्यासार्ध ४ फुट और धुरी का व्यासार्ध २ फुट है और बोझ १६ पौण्ड तो बताओ कितनी शक्ति लगानी पड़ेगी ॥

७—कोई ऐसी अवस्था बताओ जिस में शक्ति बिना यत्न और उद्योग के मिल सक्ती हो ॥